UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie

MARS 1970 N° 1

Détermination par téléradiométrie de la position de repos mandibulaire chez le sujet édenté

THÈSE

pour le Doctorat en chirurgie dentaire

(3e cycle)

par

Docteur Bernard JONIOT

Chirurgien-Dentiste

Ancien Externe des Hôpitaux

Ex-Chef de Clinique Odonto-Stomatologique

Assistant à la Faculté Mixte de Médecine et Pharmacie de Toulouse

Membres du Jury

MM. CADENAT
LAGASSE
AUVERGNAT
PLANEL

CEPADUES
TOULOUSE

UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie

MARS 1970 N° 1

Détermination par téléradiométrie de la position de repos mandibulaire chez le sujet édenté

THÈSE

pour le Doctorat en chirurgie dentaire

(3e cycle)

par

Docteur Bernard JONIOT

Chirurgien-Dentiste

Ancien Externe des Hôpitaux

Ex-Chef de Clinique Odonto-Stomatologique

Assistant à la Faculté Mixte de Médecine et Pharmacie de Toulouse

---

Membres du Jury

MM. CADENAT
LAGASSE
AUVERGNAT
PLANEL

CEPADUES
TOULOUSE

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

UNIVERSITE
DE
TOULOUSE

FACULTE de MEDECINE et de PHARMACIE

TABLEAU DU PERSONNEL

Doyen	:	Monsieur LAZORTHES
Premier Assesseur	:	Monsieur BLANC
Deuxième Assesseur	:	Monsieur SOREL
Doyens Honoraires	:	MM. GORSE, CALVET, BRUSTIER
Professeurs Honoraires	:	MM. VALLOIS, TAPIE, DELAS, RISER, BUGNARD, VINCENT, MOREL.

SECTION MEDECINE

Clinique Médicale et cardiologie	MM.	MERIEL
Clinique Médicale Sud		GADRAT
Clinique chirurgicale		LAGROT
Clinique chirurgicale et gynécologique		FABRE Pierre
Clinique chirurgicale et du cancer		GRIMOUD
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie		PASQUIE
Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique		RIEUNAU
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire		ENJALBERT
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques		BAZEX
Clinique des maladies des voies urinaires		LHEZ
Clinique des maladies infectieuses		ANDRIEU
Clinique médicale infantile et puériculture		SOREL
Clinique médicale de la première enfance		BARDIER
Clinique de Neuro-chirurgie		LAZORTHES
Clinique neurologique et psychiatrique		GERAUD
Clinique obstétricale		PONTONNIER

UNIVERSITE
DE
TOULOUSE

FACULTE de MEDECINE et de PHARMACIE

TABLEAU DU PERSONNEL

Doyen : Monsieur LAZORTHES

Premier Assesseur : Monsieur MIANE

Deuxième Assesseur : Monsieur SOREL

Doyens Honoraires : MM. CORNIL, CALVET, BERNSTEIN

Professeurs Honoraires : MM. VALLOIS, TAPIE, MOLAS, RIBES, MOUCHET, VINCENT, MOREL.

SECTION MEDECINE

Clinique Médicale et cardiologie	MM. MERIEL
Clinique Médicale Sud	CABROL
Clinique chirurgicale	LACROT
Clinique chirurgicale et gynécologique	PARES Pierre
Clinique chirurgicale et du cancer	CHIMOUD
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	PASCUIS
Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique	RIZOUAD
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire	ENJALBERT
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	NAZET
Clinique des maladies des voies urinaires	LHER
Clinique des maladies infectieuses	ANDRIEU
Clinique médicale infantile et puériculture	SOREL
Clinique médicale de la première enfance	BARDIER
Clinique de Neuro-chirurgie	LAZORTHES
Clinique neurologique et psychiatrique	CERMAUD
Clinique obstétricale	PONTONNIER

Clinique odonto-stomatologique	MM.	CADENAT
Clinique ophtalmologique		CALMETTES
Clinique O.R.L. et chirurgie maxillo-faciale		CALVET
Clinique de pneumo-phtisiologie		DELAUDE
Clinique rhumatologique		RUFFIE René
Accouchements et obstétricale sociale		JAHIER
Anatomie		THOMAS
Anatomie appliquée		POULHES
Anatomie pathologique		FABRE Jacques
Bactériologie et virologie	Mme	ENJALBERT
Biophysique médicale A		AUVERGNAT
Biophysique médicale B		BRU
Chimie biologique		VALDIGUIE Paul
Electro-radiologie		MARQUES
Embryologie générale		BROUSSY Jean
Hématologie		RUFFIE Jacques
Histologie		BIMES
Hydrologie thérapeutique et climatologique		DARNAUD
Hygiène et médecine sociale		MONNIER
Médecine légale et médecine du Travail		PLANQUES
Parasitologie		BOUISSET
Pathologie chirurgicale		DAMBRIN
Pathologie générale et médecine expérimentale		SENDRAIL
Pathologie médicale		RIBAUT
Physiologie		LAPORTE Yves
Physiologie appliquée et pharmacologie		BAISSET
Sémiologie		LAPORTE Jacques
Thérapeutique		DARDENNE

- PROFESSEURS A TITRE PERSONNEL -

Anatomie pathologique	BOUISSOU
Biochimie médicale	DOUSTE-BLAZY
Histologie et embryologie	PLANEL
Maladies infectieuses	ARMENGAUD
Oto-Rhino-Laryngologie	CLAUX

Clinique obstétro-gynécologique	Mme. CACHERAT
Clinique ophtalmologique	CALMETTES
Clinique O.R.L. et chirurgie maxillo-faciale	CALVET
Clinique de pneumo-phtisiologie	DELAUNE
Clinique rhumatologique	GUTTIE Yves
Accouchements et obstétrique sociale	JANIER
Anatomie	THOMAS
Anatomie appliquée	POULARD
Anatomie pathologique	TANEE Jacques
Bactériologie et virologie	Mme. ERNAERDT
Biophysique médicale A	ACHACHAT
Biophysique médicale B	END
Chimie biologique	VAISSIOIE Yael
Electro-radiologie	MARQUES
Embryologie générale	BOURSSY Jean
Hématologie	RUFFIE Jacques
Histologie	BINET
Hydrologie thérapeutique et climatologique	DARRAGO
Hygiène et médecine sociale	VOGNIER
Médecine légale et médecine du Travail	FLANDRE
Parasitologie	MOURIQUET
Pathologie chirurgicale	DAMSKIN
Pathologie générale et médecine expérimentale	SERDARIL
Pathologie médicale	RIBAUT
Physiologie	LAFORIE Yves
Physiologie appliquée et pharmacologie	BAISSET
Sémiologie	LAFORIE Jacques
Thérapeutique	DARDENNE

- PROFESSEURS A TITRE PERSONNEL -

Anatomie pathologique	BOUTSOU
Biochimie médicale	DOUSTE-BLAZY
Histologie et embryologie	PLANEL
Maladies infectieuses	ANDRIOLAUD
Oto-Rhino-Laryngologie	CLAUX

Pathologie médicale	BOULARD
Physiologie	MONTASTRUC

- PROFESSEURS SANS CHAIRE -

Anatomie	BASTIDE
Anesthésiologie	LARENG
Biochimie médicale	VALDIGUIE Pierre
Chirurgie générale	GEDEON
Chirurgie générale	SARRAZIN
Electro-Radiologie	PONS
Hématologie	DUCOS
Histologie et Embryologie	GUILHEM
Ophtalmologie	DEODATI
Physiologie	BESSOU
Physiologie médicale	COMMANAY
Pneumo-Phtisiologie	MIGUERES

- MAITRES DE CONFERENCES AGREGES -

Anatomie pathologique	FABRE Jean
Bactériologie, Parasitologie, Virologie	Mme LARENG
Carcinologie	ESTRADE
Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire	ESCHAPASSE
Electro-Radiologie	ROULLEAU
Médecine générale et thérapeutique	BES
Médecine générale et thérapeutique	BOLLINELLI
Médecine générale et thérapeutique	SUC
Pathologie expérimentale	GLEIZES
Pédiatrie	DALOUS
Pédiatrie	REGNIER

- AGREGES -

Médecine générale	CALAZEL
Médecine générale	RASCOL
Médecine générale	LE TALLEC
Médecine générale	RIBET
Chirurgie générale	FICAT

Chirurgie générale	MM. GAUBERT
Dermatologie et syphiligraphie	DUPRE
Hydrologie	DENARD
Médecine légale	GREZES-RUEFF
Neurologie et psychiatrie	GAYRAL
Obstétrique	ESPAGNO Guy
Ophtalmologie	BEC
Neurochirurgie	ESPAGNO Jacques

- AGREGES LIBRES -

Chirurgie générale	SOUQUET
Pathologie chirurgicale	DIEULAFE

SECTION PHARMACIE

Botanique et cryptogamie	Mme DULUCQ-MATHOU
Chimie analytique	PITET
Chimie analytique, toxicologie et hygiène industrielle	BOURBON
Chimie pharmaceutique	BLANC
Microbiologie	BREUILLAUD
Pharmacie chimique et pharmacodynamie	CAUJOLLE
Pharmacie galénique et matière médicale	STANISLAS
Physiologie, Zoologie et parasitologie pharmaceutique	ROUX

- PROFESSEURS A TITRE PERSONNEL -

Pharmacie	COUTURIER
Sciences naturelles	Mme CAUJOLLE

- PROFESSEURS SANS CHAIRE -

Toxicologie	BROUSSY Georges

- MAITRES DE CONFERENCES AGREGES -

Botanique	Mme LASCOMBES
Chimie organique	BERTRAND
Zoologie	GAYREL

- PERSONNEL ADMINISTRATIF -

Secrétaire Principal : Monsieur ROCHE

La faculté déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats (Délibération en date du 12 Mai 1891).

A LA MEMOIRE

de

Monsieur le Professeur Etienne CADENAT

Il a été notre premier Maître.

Il a guidé et jugé notre thèse de Doctorat en Médecine.

Que ce travail soit le témoignage du souvenir profond que nous en avons gardé.

A NOTRE MAITRE ET PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Professeur Henry CADENAT

Professeur de Clinique Odonto-Stomatologique
Stomatologiste en Chef des Hôpitaux

Depuis notre cliniquat, nous travaillons sous sa bienveillante et attentive direction.

Il nous a inspiré le sujet de cette thèse.

Qu'il nous permette de lui dire ici toute notre gratitude pour l'aide qu'il nous a si souvent apportée et pour l'amitié qu'il nous a toujours témoignée.

A NOTRE JURY DE THESE

A Monsieur le Professeur Jean LAGASSE

Professeur à la Faculté des Sciences
Directeur du Laboratoire d'Automatique
et de ses Applications Spatiales du C.N.R.S.
Directeur du Laboratoire du Génie Electrique
de l'Université de Toulouse

Ses conseils, l'étendue de ses travaux et de son expérience qu'il a bien voulu mettre à notre portée nous ont permis de mener à bien ce travail.

Qu'il nous permette en le remerciant de l'assurer très simplement de notre sincère attachement.

A Monsieur le Professeur AUVERGNAT

Professeur de Biophysique Médicale

Nous avons gardé un vif souvenir de son enseignement.

Nous le remercions de l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de juger notre travail.

A Monsieur le Professeur H. PLANEL

Docteur ès Sciences

Professeur de Biologie Médicale

Sa passion pour la recherche a toujours été un exemple pour nous.

Nous devons à son amitié vivement appréciée la joie de le compter parmi nos juges.

A Monsieur Jean CLOT

Ingénieur au Centre National de la Recherche Scientifique
Responsable du Service "Mesure et Capteurs et
Instrumentation" du Laboratoire d'Automatique
et de ses Applications Spatiales

Nous lui sommes redevable de la réalisation technique de ce travail.

Sa rigueur scientifique et sa patience n'ont eu d'égale que la chaleur de son accueil.

Nous l'en remercions.

A NOS MAITRES DE LA FACULTE
ET DES HOPITAUX

A MES AMIS QUI M'ONT AIDE

A MA FAMILLE

Avec toute mon affection.

PLAN GENERAL

- INTRODUCTION

- CHAPITRE I : POSITION DE REPOS MANDIBULAIRE

  I - Rappel anatomo-physiologique

  II - Méthodes classiques permettant de déterminer la position de repos

  III - Critiques de ces différentes méthodes - conclusion

- CHAPITRE II : RADIO-TELEMETRIE

  I - Principe utilisé

  II - Technologie

  III - Présentation extérieure de l'appareil récepteur-enregistreur

  IV - Améliorations futures en cours d'étude

- CHAPITRE III : EXPERIMENTATION

  I - Schéma chronologique de la détermination de la position de repos chez un de nos patients

  II - Remarques à propos de quelques incidents ou anomalies

  III - Résultats et possibilités d'utilisation

- CONCLUSION

- BIBLIOGRAPHIE

- TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

En Médecine, le siècle dernier fut celui de LAENNEC et de la Clinique. Si celle-ci pouvait déjà à cette époque être classée parmi les sciences en raison du mode de raisonnement qu'elle imposait, elle ne permettait au praticien que l'usage de ses cinq sens et de son intelligence. Notre siècle est celui de l'association avec les autres sciences physiques, parmi lesquelles l'électronique acquiert chaque jour une place plus grande.

L'apparition de ces disciplines auxquelles on fait de plus en plus souvent appel, ne doit d'ailleurs en rien faire disparaître le contact clinique avec le malade et déshumaniser la Médecine, mais au contraire, par cette association synergique, oeuvrer pour le plus grand bien de l'Homme.

Déjà au début de l'autre siècle, l'apparition de la radiographie, et plus récemment les marqueurs radio-actifs, ont permis la représentation visuelle de structures internes. En plus de l'importance de ce radio-diagnostic, la radiothérapie, sous ses multiples formes, a collaboré largement à la cure de nombreuses affections.

Peu d'années après, l'électromyographie utilisant différents types de capteurs permettait l'exploration fonctionnelle et précise du muscle et du nerf moteur. Sa principale application a été l'électrocardiographie. Par la suite, l'emploi du "Pace maker" stimulateur, ou actionneur, de l'activité cardiaque, s'inscrivait comme la suite logique de l'augmentation de nos

connaissances en cette matière.

L'électro-encéphalographie, de son côté, est venue aider l'exploration du système nerveux central. L'enregistrement graphique et quasi instantané des fonctions du muscle et du système nerveux n'a été rendu possible que par les progrès de l'électronique. Ces mêmes progrès permettaient l'emploi quotidien et très facile de ces deux modes d'exploration qui, au début, étaient réservés aux gens de laboratoire.

L'informatique, à son tour, doit jouer un rôle en médecine ; utilisée comme auxiliaire pour le diagnostic, elle peut éviter beaucoup de travail fastidieux et permettre au médecin de concentrer son attention sur l'homme. Son rôle est le traitement de l'information pour la recherche, le diagnostic, la thérapeutique et l'analyse des archives pour l'établissement des statistiques.

Depuis dix ans, la médecine a vu apparaître le "Monitoring" permettant la surveillance rigoureuse des malades en milieu hospitalier et le télédiagnostic à distance qui en dérive. Jusqu'à présent ce dernier est principalement utilisé sur des ambulances destinées à porter les premiers secours aux accidentés de la route. Grâce à lui, on surveille un certain nombre de paramètres physiologiques (électrocardiogramme, rythme cardiaque, rythme respiratoire, pressions artérielles et veineuses) recueillis par des capteurs sur le malade.

Ces informations sont transmises par fils à un système électronique qui les enregistre. Elles sont en même temps codées puis transmises par voie hertzienne jusqu'à un poste récepteur de l'hôpital où elles sont amplifiées, décodées et enregistrées. Le médecin hospitalier peut ainsi juger de l'état du blessé et donner à l'infirmier de l'ambulance les instructions qui s'imposent. Malheureusement, cette liaison par fil des nombreux capteurs à la boîte de raccordement impose l'immobilisation complète du patient.

Aussi, actuellement, on est de plus en plus tenté d'utiliser les progrès de l'électronique ainsi que la miniaturisation des appareils pour la radiotélémétrie de données biologiques, physiologiques et pathologiques. En effet, la température, les pressions, les p.H., les distances peuvent être mesurés par des capteurs variés accouplés à des émetteurs radios miniatures. A partir de ces ensembles : capteurs-émetteurs, la transmission, sans aucun fil, de ces différentes données permet la réception et l'enregistrement à une distance variable du sujet, et ce, sans perturber les mouvements automatiques, réflexes physiologiques habituels. Les vols spatiaux ont fourni une démonstration éclatante de l'intérêt de la radiotélémétrie : elle permet de contrôler par l'intermédiaire d'un relais de télécommunication à longue distance l'état du vaisseau et de ses occupants. Par ailleurs, ces ensembles "capteur-émetteur", lorsqu'ils sont réalisés dans une

technologie de microélectronique, outre qu'ils permettent au sujet qui les porte de se mouvoir librement, se prêtent à des implantations internes (exemple : radio-pilules pour l'exploration du transit digestif).

Dans notre spécialité, des auteurs américains (comme Ian SCOTT et ASH en 1966) ont essayé de transmettre à distance des pressions intra-buccales ; d'autres auteurs anglo-saxons (KYDD, HARROLD et SMITH en 1967) avaient fait, utilisant l'effet HALL, l'enregistrement permanent de la distance séparant les arcades dentaires et ainsi déterminé la position de repos. Mais dans ce dernier cas, la transmission se faisait par fil.

Aussi, inspiré par ces travaux, nous avons pensé qu'il serait possible et intéressant de transmettre par un procédé radioélectrique la distance inter-arcade et de l'enregistrer de façon permanente pendant un temps donné.

Pour mesurer de façon précise et continue l'écartement des mâchoires correspondant à la position de repos mandibulaire chez un édenté tout en conservant chez ce dernier un comportement physiologique normal, nous avons étudié et réalisé un micro-capteur radioélectronique. En effet, la transmission par onde hertzienne nous débarrasse de "l'impedimenta" des fils sortant de la bouche du patient, tandis que la miniaturisation permet à notre système de mesure d'être inclus dans la cire des maquettes d'occlusion, de n'être ni plus encombrant, ni plus gênant que la prothèse seule et par la même de se faire oublier.

Ce travail, issu de la collaboration entre la stomatologie et l'électronique, a été réalisé dans les locaux du Centre d'Enseignement Odonto-Stomatologique dirigé par le Professeur H. CADENAT et au Laboratoire du C.N.R.S. d'Automatique et de ses Applications Spatiales dirigé par le Professeur J. LAGASSE. Dans notre esprit, il n'est, nous l'espérons, que le premier pas d'une collaboration fructueuse entre les deux disciplines.

CHAPITRE I

POSITION DE REPOS MANDIBULAIRE

I - RAPPEL ANATOMO-PHYSIOLOGIQUE

1°) Les muscles et leur action

2°) L'espace libre physiologique

3°) Régulation et variation de l'équilibre neuro-musculaire

II - METHODES CLASSIQUES PERMETTANT DE DETERMINER LA POSITION DE REPOS

1°) Documents pré-extractionnels

(masque facial
(documents photographiques

2°) Critères universels moyens ou données morphologiques

(égalité des étages faciaux
(égalité de WILLIS

3°) Appréciation esthétique

4°) Méthode faisant appel à la fonction musculaire qui demeure même en l'absence de dents

5°) Méthode de SOULET

6°) Méthode phonétique

7°) Par la force d'occlusion

8°) Radiographies et téléradiographies

9°) Electromyographie

10°) Méthode optique

III - CRITIQUES DE CES DIFFERENTES METHODES - CONCLUSION

CHAPITRE I

POSITION DE REPOS MANDIBULAIRE

Au cours des âges, les artistes ont essayé de définir les canons de la beauté et tenté d'établir des règles de l'esthétique. Pourtant, force nous est de constater que les proportions du visage humain varient souvent notablement d'un individu à l'autre. Par contre, chez le même homme, les proportions horizontale et verticale de la face restent à peu près stables au cours de sa vie, marquant en partie sa personnalité.

Lorsqu'on analyse plus particulièrement la dimension verticale de la moitié inférieure de la face (Fig. I + fig. I bis), il ne faut pas perdre de vue que la hauteur de cet étage

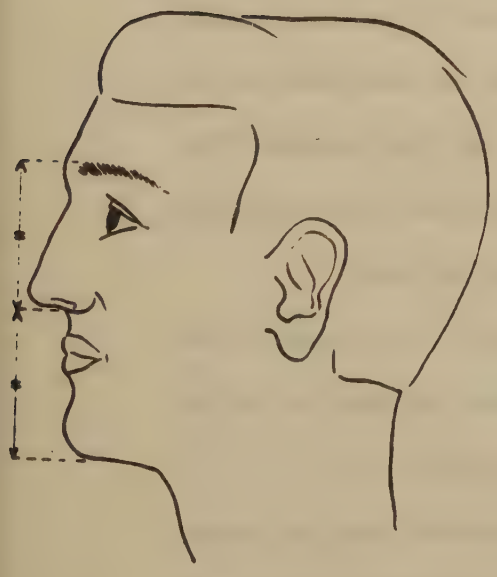
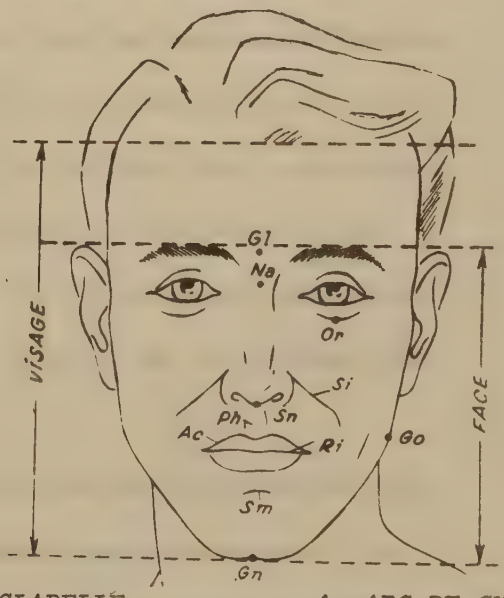


Fig. 1 : La distance Glabelle-point sous-nasal est égale à la distance sous-nasale-Gnathion.



Gi-GLABELLE
Na-NASION
Or-Pt SOUS-ORBITAIRE
Si-SILLON NASO-LABIAL
Sn-POINT SOUS-NASAL
Ph-PHILTRUM(GOUTTIERE SOUS-NASALE)
Gn-GNATHION
Ac-ARC DE CUPIDON
Ri-RIMA ORIS (LIGNE INTER-LABIALE
Go-GONION
Sm-SILLON MENTO-LABIAL

Fig. 1 bis : (d'après LORIER - Encyclopédie médico-chirurgicale)

est sous la dépendance de données anatomiques mais aussi d'un mécanisme physiologique complexe. En anatomie on étudie la hauteur de l'étage inférieur de la face chez l'adulte dont les dents sont en occlusion. Mais la hauteur (ou la longueur) de celles-ci est, elle aussi, sujette à variation et, de plus, leur disparition complète est loin d'être exceptionnelle.

C'est pourquoi le stomatologiste envisagera de retrouver la morphologie de la face non plus uniquement en fonction des dents mais en se basant aussi sur des éléments physiologiques qui paraissent moins sujets à variation. Ces derniers sont fournis par le jeu de l'articulation temporo-maxillaire et surtout par le comportement neuro-musculaire : alors que la position d'occlusion nécessite la contraction des muscles élévateurs de la mandibule et ne représente qu'un état passager, il existe en l'absence de tout acte volontaire ou réflexe une inocclusion physiologique ou position de repos propre à chaque individu.

Ainsi le nourrisson ou le vieillard édenté présentent une hauteur de l'étage inférieur de la face qui est indépendante de la présence des dents.

Si l'analyse des proportions anatomiques remonte aux temps les plus anciens, il y a seulement une soixantaine d'années que le point de vue fonctionnel a été envisagé : BENNET en 1908 essayait de définir pour la première fois la position de repos comme : "une lègère séparation des dents, les lèvres étant normalement closes". Cette conception nouvelle fut à l'origine de travaux qui, peu à peu, l'ont confirmée et précisée

BROADBENT, en 1930, eut le mérite d'apporter la technique téléradiographique comme nouvel instrument de recherche dans ce domaine. NISWONGER, en 1934, étudia les rapports entre cette position et l'occlusion centrique. THOMSON, en 1940, démontra le caractère d'invariabilité au cours de la vie de cette position de repos. Désormais, ce n'est plus l'occlusion seule qui va servir de base à l'étude morphologique, mais aussi une position mandibulaire sous la dépendance du système neuromusculaire. Il en découle que depuis quelques années on a de plus en plus tendance à utiliser cette position de repos mandibulaire pour fixer à nouveau une hauteur d'occlusion normale lorsque celle-ci s'est trouvée perdue par altération ou disparition plus ou moins complète du système dentaire (fig. 2).

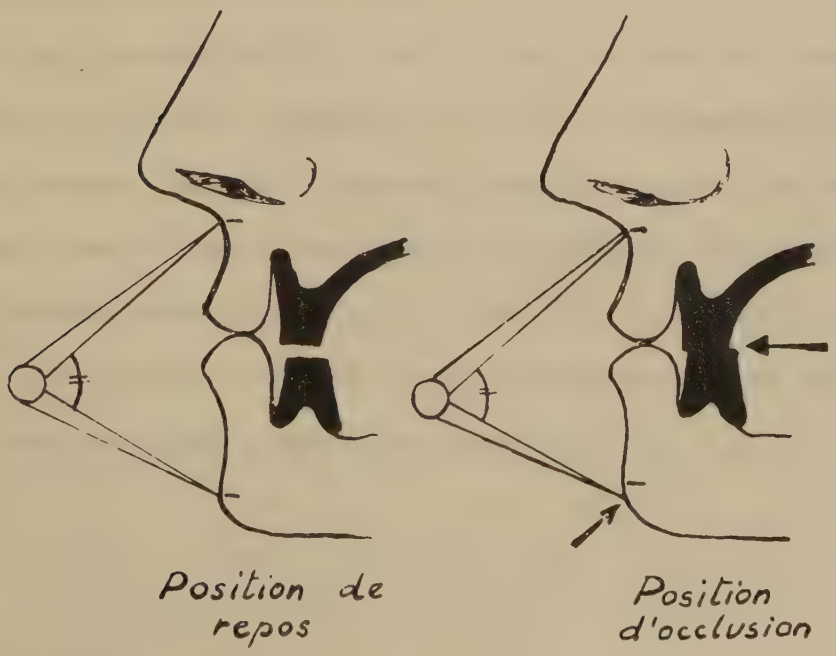


Fig. 2 : Il y a une différence de 2 à 3 millimètres environ entre la dimension verticale de repos et la dimension verticale d'occlusion.

Malheureusement cette position de repos se prête difficilement à l'étude scientifique. En effet, elle n'est qu'un équilibre tonique assez instable qui sera troublé par la gêne mécanique, la perturbation des réflexes, et psychologiquement l'émotion qu'entraîne chez les patients tout essai de mesure expérimentale. Les auteurs qui ont repris ces idées sont nombreux tant dans le domaine de l'orthodontie que de la prothèse ou de la recherche physiologique. Nombreuses aussi sont les méthodes qui prétendent permettre de déterminer cette position de repos. Leur grand nombre même prouve qu'aucune n'a réellement donné satisfaction et ce n'est qu'en en confrontant plusieurs que l'on peut atteindre une précision suffisante. C'est la raison pour laquelle nous pensons qu'un nouveau travail sur cette question n'est pas complètement inutile. Sans avoir l'outrecuidance de prétendre apporter une solution définitive à ce problème, nous serions heureux seulement d'apporter une pierre supplémentaire à l'édifice encore inachevé. Cependant, avant d'aborder les détails et même avant d'exposer les principes directeurs qui guident notre recherche, nous croyons qu'il n'est pas inutile de faire le point en résumant les principales connaissances, en décrivant et en commentant les différentes méthodes.

I - RAPPEL ANATOMO-PHYSIOLOGIQUE

La tête, placée à l'extrémité supérieure de la colonne vertébrale est immobilisée ou mobilisée par des muscles qui peuvent la faire pencher dans toutes les directions (fig. 3).

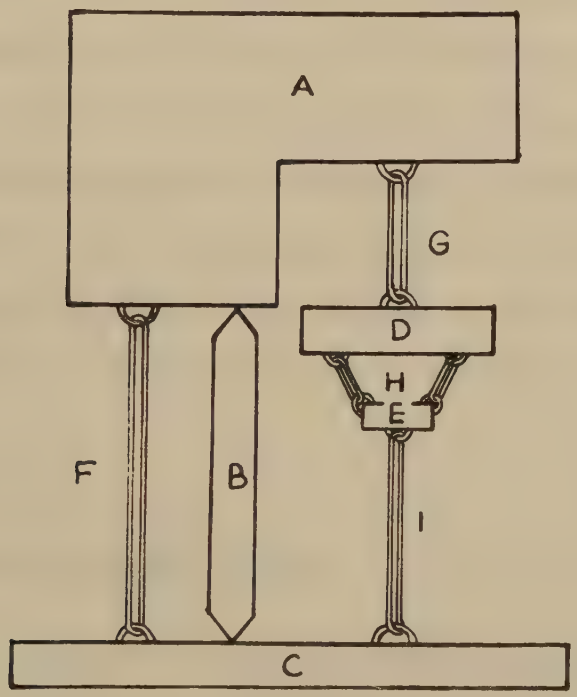


Fig. 3 : Schématisation de l'équilibre musculaire de la tête (d'après BRODIE).

A : crâne
B : colonne vertébrale
C : ceinture scapulaire
D : mandibule
E : os hyoïde
F : muscles de la nuque
G : muscle mandibulo crânien
H : muscles sus-hyoidiens
I : muscles sous-hyoïdiens

Ce sont les muscles de la nuque qui assurent l'extension, tandis que la flexion est fournie par les muscles prévertébraux auxquels s'ajoute une chaîne musculaire comprenant deux relais osseux : la mandibule et l'os hyoïde. Cette disposition confère à ces deux os une remarquable mobilité, et si l'un d'eux, l'os hyoïde, n'a pas de point d'appui osseux et est entièrement fixé par les muscles, l'autre, la mandibule est presque dans les mêmes conditions, car si elle entre en rapport avec la base du crâne par l'articulation temporo-maxillaire, elle a une liberté et une variété de mouvement extraordinaire. En effet, cette articulation constitue une surface de guidage plus qu'un point d'appui équilibrant la force de mastication et, en extrapolant un peu, on pourrait dire également que la mandibule est un os suspendu.

I°) - LES MUSCLES ET LEUR ACTION

La mandibule est donc amarrée de toutes parts par des muscles qui l'enveloppent. Rappelons-en les principaux éléments que nous classons d'après leurs fonctions.

Fermeture de la bouche : masseter et ptérygoïdien interne, temporal (fibres verticales) assurent la fermeture de la bouche et amènent les dents en occlusion.

Mouvements horizontaux : les fibres horizontales du temporal tirent la mandibule en arrière tandis que les ptérygoïdiens externes assurent la diduction et la propulsion. Les

recherches électromyographiques modernes montrent que les fibres antérieures du masseter participent aussi activement à cette propulsion.

Ouverture de la bouche : Il faut citer tous les muscles qui s'attachent à l'os hyoïde : mylohyoïdiens, digastriques, genio-hyoïdiens ; ces muscles sont abaisseurs lorsque l'os hyoïde est fixé par ses attaches inférieures, mais ils sont aussi rétropulseurs à cause des attaches postérieures styloïdiennes et mastoïdiennes.

Autres fonctions : Les muscles péri-buccaux et endo-buccaux assurent des fonctions plus complexes (déglutition, phonation, mimique),mais interviennent aussi dans la position de la mandibule.

En dehors des périodes d'activité, tous ces muscles ont une longueur déterminée sous la dépendance du tonus musculaire. C'est le résultat de l'équilibre de ce complexe musculaire qui constitue la position de repos.

Tout ceci fait que dans cette position, il est impossible de dire ce qui situe exactement la mandibule dans le sens vertical et dans le sens horizontal ; car, dans ce complexe musculaire, toute contraction isolée retentit sur l'ensemble.

Tous les mouvements fonctionnels de la mandibule partent de cette position de repos et y reviennent automatiquement lorsque cesse la phase active. Cette position peut être occupée fort longtemps alors que toute autre demandant une contraction

musculaire entraîne rapidement de la fatigue. Indépendante des dents mais influencée par le tonus musculaire, la pesanteur, la position de la tête, elle représente une position mandibulaire caractéristique de l'individu. D'après THOMSON, la dimension verticale de repos constitue, en général, un élément de référence d'une remarquable constance au cours de la vie. Cependant, les auteurs modernes ne sont pas aussi affirmatifs et pensent que, parfois, certaines habitudes acquises comme celle que peut provoquer, par exemple, le port d'un dentier complet pourrait la faire varier à la longue en créant de nouveaux réflexes modifiant le tonus de certains groupes musculaires.

2°) - L'ESPACE LIBRE PHYSIOLOGIQUE

Il se définit à partir de la position d'occlusion centrique c'est-à-dire la position de contact dentaire qui résulte de la fermeture des mâchoires, les condyles étant en position postérieure terminale de charnière (posterior terminal hinge position).

Il existe entre la position de repos et la position d'occlusion centrique, une différence de 2 à 3 millimètres au niveau des incisives ce qui constitue l'espace libre physiologique (fig. 4) (Free way space de THOMSON).

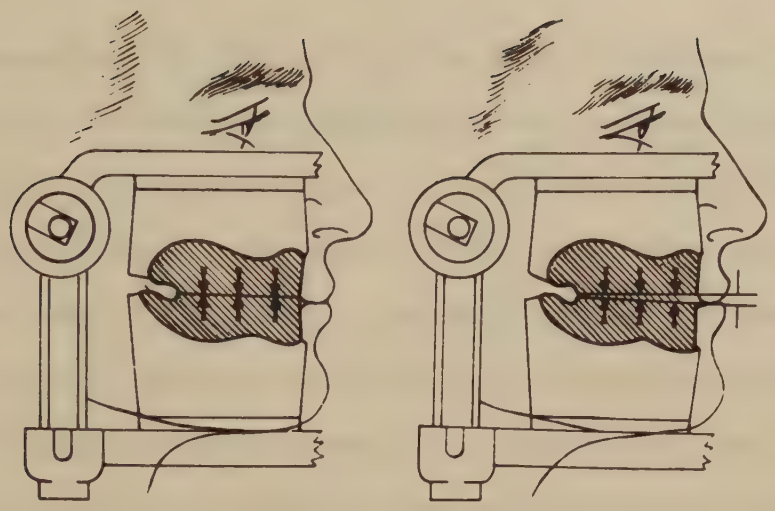


Fig. 4 : (d'après THOMSON)

A gauche : dimension verticale d'occlusion (position d'occlusion)

A droite : dimension verticale de repos (position de repos). Les bourrelets d'occlusion ne sont plus en contact et sont séparés d'environ 2 à 3 millimètres.

Beaucoup d'auteurs dont Ulf POSSELT estiment la valeur moyenne de cet espace à 2 millimètres avec des variations de 1,5 millimètre en plus ou en moins. C'est cette distance que parcourt la mandibule pour passer de la position de repos à la position d'engrènement dentaire maximum (maximale intercuspal contact position ou encore intercuspation relation ship) qui, souvent chez les sujets normaux, correspond à l'occlusion centrique. Mais ceci n'est pas toujours vrai et beaucoup d'auteurs considèrent comme physiologique un mouvement de glissement pour passer de l'occlusion centrique à l'engrènement maximum.

Ceci amène même SKINNER à diviser l'occlusion centrique physiologique en occlusions centriques antérieure, moyenne, postérieure, le patient passant de l'une à l'autre en fonction de la consistance des aliments mastiqués. En outre, les patients dentés n'ont pas tous, et de loin, une denture normale. Ils peuvent avoir acquis des réflexes masticatoires vicieux avec des mouvements de propulsion ou de latéralité anormaux. Tout cela fait que le prothésiste aura parfois bien du mal à trouver ou à retrouver une position d'occlusion correcte. Il peut alors lui paraître commode de déterminer celle-ci à partir de la position de repos qui est beaucoup plus stable et dans laquelle les condyles occupent une position neutre contre la paroi antérieure de la cavité glénoïde.

3°) - REGULATION ET VARIATION DE L'EQUILIBRE NEURO-MUSCULAIRE

Comme nous l'avons dit, la position de repos est sous la dépendance du tonus musculaire. Sa conservation est d'origine myotatique, c'est-à-dire que la régulation se fait par voie réflexe en fonction de l'allongement des fibres musculaires elles-mêmes. L'origine de ce réflexe myotatique se situe dans l'excitation des récepteurs proprioceptifs situés dans le muscle lui-même : les organes tendineux de GOLGI et les fuseaux musculaires de KUHNE.

L'ensemble des muscles agissant sur une articulation et les voies d'influence mutuelles qui les associent dans un

même ensemble fonctionnel constituent l'unité myotatique. Dans celles-ci intervient non seulement l'excitation directe mais encore l'inhibition des antagonistes, les réflexes myotatiques inverses, le réflexe de flexion, des influences d'origine musculaire, cutanéo-muqueuse, douloureuses, transmises par des fibres particulières. On comprend, par conséquent, la possibilité de modification du réflexe myotatique par exemple, lors de la disparition de certaines structures comme la membrane périodontale après l'extraction des dents. Les centres réflexes myotatiques sont situés dans les segments du nevrax correspondant aux muscles intéressés et sont eux-mêmes contrôlés par des influences supra-spinales comme le prouvent les expériences de décérébration qui entraînent une certaine rigidité.

Le contrôle des centres supérieurs sur l'activité neuro-musculaire est loin d'être négligeable et arrive même à influer sur le comportement musculaire au cours de la vie de l'individu. Par exemple, à mesure qu'un enfant grandit, les activités apprises (phonation, mimique, etc ...) se surimpriment sur l'activité végétative des muscles orofaciaux.

Ceci a amené TULLEY à distinguer les "habitudes musculaires acquises" (modifiables par la rééducation) et les "activités musculaires innées" sur lesquelles aucune rééducation n'a de prise. Cette notion de deux actions d'origine différente a singulièrement compliqué les idées que l'on pouvait avoir sur la pérennité des positions fonctionnelles et l'immuabilité de la position

de repos a été discutée même par THOMSON et COHEN.

En 1956, ATWOOD a entrepris l'étude des causes pouvant faire varier cette position de repos et les divise en :

physiologiques	1° - Contrôle volontaire
	2° - Réflexe de posture
	3° - Fatigue
	4° - Facteur psychique
	5° - Chaleur, froid, douleur
pathologiques	6° - Maladie des muscles
	" des nerfs
	" des os
	" des articulations
	7° - Analgésie d'un muscle ou d'un groupe de muscles
	8° - Maladie mentale ou manies
	9° - Facteurs externes (prothèse encombrante)

Le nombre important de ces causes de variation entraîne à conclure que "la position de repos restera constante aussi longtemps que tous les facteurs resteront constants".Mais si un changement brutal affecte l'un des éléments qui interviennent dans cet équilibre, un changement dans la position de repos sera probable. Car, en fait, le tonus musculaire qui détermine cette position est plastique et peut la faire varier. Pour le praticien, le problème sera donc de mesurer cette position de repos sans modifier aucun des éléments qui la déterminent. Il lui sera assez aisé d'éliminer les causes pathologiques que

cite D.A. ATWOOD mais il lui sera beaucoup plus difficile au cours de son examen de ne pas faire varier les facteurs physiologiques, à savoir :

- contrôle volontaire
- réflexe de postures (tête $\pm$ fléchie, etc...)
- réflexe dû à l'encombrement des appareils de mensuration
- fatigue
- facteurs psychiques
- chaleur, froid, douleur

Nous avons conscience que l'exposé de toutes ces idées, parfois contradictoires, peut être décevant ; aussi pensons-nous nécessaire de faire la synthèse et de résumer ces deux premiers chapitres de la manière suivante :

Si l'on voulait définir la position de repos conventionnellement, c'est-à-dire à partir de repères anatomiques immuablement fixes, on serait obligé de passer par les étapes suivantes : relation centrique, occlusion centrique, position de repos.

1°) La relation centrique = on dit que la mandibule est en relation centrique lorsque les deux condyles au fond de la cavité glénoïde occupent la position la plus postérieure compatible avec des mouvements de latéralité. (Posterior terminal hinge position des auteurs anglo-saxons).

2°) Occlusion centrique = c'est la position qui assure, la

mandibule étant en relation centrique, le maximum de rapports entre les arcades dentaires du haut et du bas. Bien entendu, on ne peut en parler que pour un sujet possédant des dents naturelles ou artificielles.

3°) La position de repos peut se définir comme la position obtenue en ouvrant la bouche de 2 à 3 millimètres à partir de l'occlusion centrique. Ainsi se trouve créé un espace entre les arcades du haut et du bas que l'on appelle l'espace libre physiologique.

On voit tout de suite combien cette définition est artificielle et, partant, combien elle peut être imprécise et même inexacte. La position de repos sera donc, à notre avis, mieux définie physiologiquement comme la position d'équilibre de la musculature mandibulaire.

Cependant, les critères anatomiques gardent pour nous leur valeur car, dans le sens inverse, ils permettent chez un édenté partiel ou complet que l'on voudra appareiller, de retrouver l'occlusion centrique et la relation centrique à partir de la position de repos.

Faisant suite à l'étude anatomo-physiologique, nous envisagerons maintenant les différentes méthodes utilisées jusqu'à maintenant pour déterminer cette position de repos. La critique, les modifications et perfectionnements souhaitables seront envisagés dans le troisième chapitre.

II - METHODES CLASSIQUES PERMETTANT DE DETERMINER LA POSITION DE REPOS

I°) D'après les documents pré-extractionnels

Lorsque l'on pense que l'édentation d'un patient va devenir obligatoire et s'il possède un calage dentaire que l'on croit utilisable, il est possible de faire l'enregistrement de la forme de l'étage inférieure de la face :

- par un masque de résine acrylique transparente : c'est le procédé décrit et conseillé par SWENSON : "une première couche d'alginate est étendue sur la face, ensuite une couche de plâtre assure la rigidité de cette première empreinte et constitue une sorte de porte empreinte. Sur le modèle tiré de cette empreinte, on construit un masque en résine transparent. Lors de la réalisation de l'appareil prothétique, ce masque permettra de rétablir les contours exacts de la face et en particulier la dimension verticale de l'étage inférieur". On peut objecter à cette méthode qu'elle est longue, ennuyeuse pour le patient, onéreuse et manque de précision car les parties molles que l'on a moulées sont arrondies, facilement déformables, n'offrant aucun point de repère fixe.

La projection de l'ombre du profil et son dessin sur une feuille de papier éviterait cette erreur. Mais il faut posséder un système de projection et une place suffisante entre la source lumineuse et l'objet pour que l'image ne soit pas trop agrandie et déformée. Il faut de plus que les muscles pauciers

de la mimique soient au repos complet sous peine de changer le profil. Aussi, se contente-t-on souvent de mesurer les distances qui séparent certains points cutanés en occlusion (schéma fig. 5).

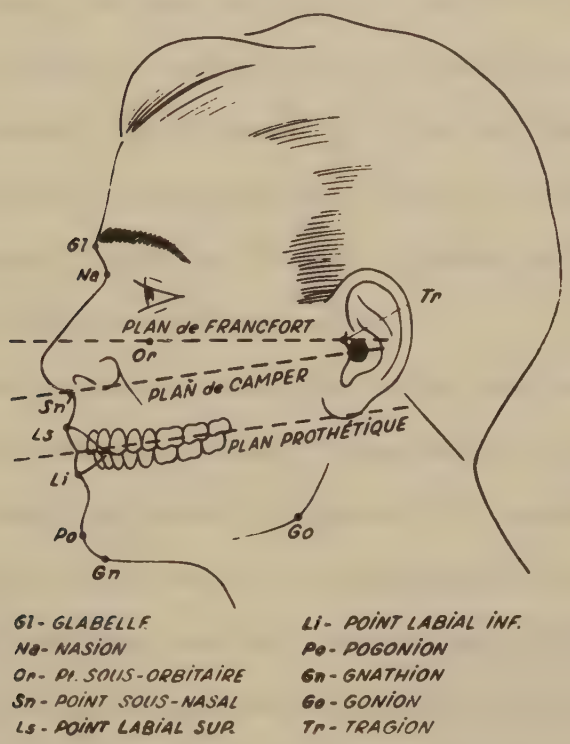


Fig. 5 : (d'après DORIER-Encyclopédie Médico-Chirurgicale)

Ces points doivent être suffisamment distants du bord libre des lèvres et c'est pourquoi on utilise généralement le point sous-nasal et le gnathion. Cette distance est notée sur la

fiche du patient et reproduite lors de la confection de la prothèse. Il existe des instruments de mensuration préextractionelle comme le dakomètre de BENNETT, ou l'isostator de HABER, mais ils ne paraissent pas être supérieurs à un simple compas à pointe sèche.

Ce que l'on peut reprocher à ces méthodes, c'est d'être souvent longues et malgré tout très imprécises; de plus, on n'est souvent pas très sûr du point de départ. Car, il arrive souvent que, lorsque se fait sentir l'impérieuse nécessité d'avulser toutes les dents, le calage dentaire ne soit déjà plus orthodoxe à ce moment-là.

Aussi, souvent, les mensurations sont-elles remplacées par la considération d'une photographie de face et de profil de l'individu prise à l'époque où il possédait ses dents. On essaie alors, aidé par un proche parent du patient, de reconstituer tant bien que mal l'esthétique antérieure. Cette méthode, bien qu'approximative, ne donne souvent pas de plus mauvais résultats que les deux précédentes qui s'avèrent aussi peu fidèles malgré leur prétention scientifique.

2°) <u>D'après des critères morphologiques universels moyens</u>

En l'absence de documents préextractionnels (ce qui est fréquent) ou lorsque ceux-ci sont peu valables, on peut se baser pour déterminer la hauteur de l'étage inférieur de la face en position de repos (ou bien d'occlusion centrique)sur

sur le fait que les étages faciaux inférieurs et supérieurs sont en principe égaux (voir la figure précédente n° 5) ou sur l'égalité de WILLIS qui postule que : "la distance entre la base du nez et le bord inférieur de la mandibule doit être égal à la distance entre le bord inférieur de la pupille et la fente labiale". Il faut mentionner enfin la position dans le sens vertical du point incisif et du plan d'occlusion.

- le point incisif est normalement situé à 1 ou 2 mm au-dessous de la lèvre supérieure au repos.
- le point d'occlusion contient le point incisif et de plus est parallèle au plan de CAMPER (tragus aile du nez) et à la ligne bipupillaire (fig. 5 - 6).

Ces procédés ont été seuls utilisés pendant longtemps mais on sait tout de suite à quelles erreurs ils peuvent mener.

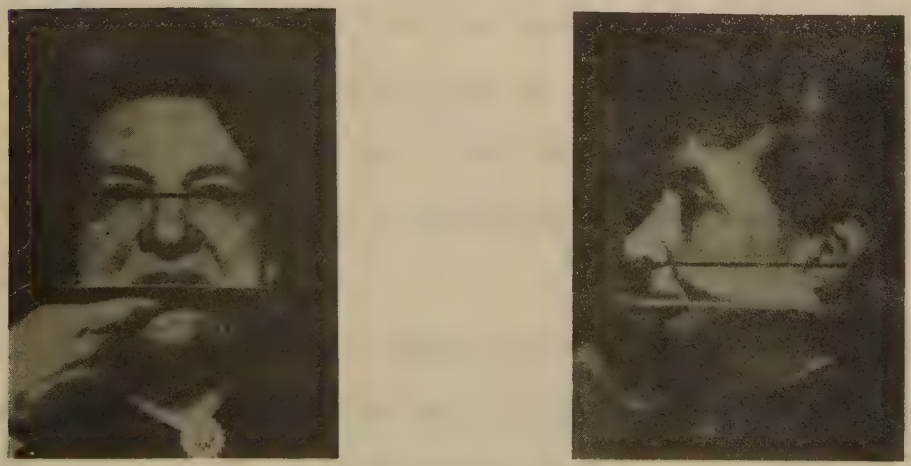


Fig. 6 : (d'après H. SOULET)

Le plan d'occlusion est parallèle à la ligne bipupillaire (de face) et au plan de CAMPER (point sous-nasal - tragus) sur le profil.

En effet, les anomalies morphologiques ne sont pas plus rares chez l'adulte que chez l'enfant et si l'établissement d'une prothèse tente brutalement de les corriger, on risque un échec aussi bien sur le plan fonctionnel qu'esthétique. Il faut garder présent à l'esprit que ces critères ont été obtenus à la suite de moyennes et sont valables seulement pour des individus dits "normaux". Ils peuvent donc donner des indications valables mais ne doivent pas être suivis avec une rigueur absolue.

3°) D'après l'esthétique

Il peut apparaître paradoxal en ce siècle de technique et de précision d'avouer que c'est peut-être la méthode la plus utilisée et peut-être la moins sujette à erreur pour ne pas dire la plus sûre. Certains auteurs comme TURNER et FOX ont pu écrire, il n'y a pas tellement longtemps : "l'apparence de la face est l'unique guide valable pour fixer la position de la mandibule".

Dans cette détermination où les mensurations sont exclues, on peut être aidé par l'appréciation du patient et de son entourage et on recherche en tout premier lieu l'harmonie du visage.

En procédant par étape, les choses paraissent simples comme le montre Pedro SAIZAR en décrivant les opérations chez un édenté total. "Partant d'une trop grande hauteur avec la physionomie figée caractéristique, on diminue progressivement

la hauteur des bourrelets d'occlusion tout en modifiant la plénitude des lèvres tendues par la cire. On obtient ainsi une normalisation de l'expression de la physionomie. Peu à peu, les traits étirés du début s'adoucissent et apparaît une expression reposée de la physionomie qui, en général, coïncide exactement avec la hauteur de repos. C'est l'expression caractéristique du sujet distrait. A partir de là, il faut continuer d'abaisser peu à peu le bourrelet inférieur en le ramollissant. Le contact des lèvres devient plus ferme, les sillons mentionniers plus marqués. Alors apparaît l'expression énergique qui correspond habituellement au sujet ayant une denture normale en occlusion centrique".

Dans cette description de SAIZAR, les difficultés paraissent s'évanouir d'elles-mêmes mais nous croyons pouvoir dire que cette grande simplicité demande de la part du praticien une longue expérience, du doigté, beaucoup de patience et un sens esthétique acéré.

4°) Grâce à la fonction musculaire qui demeure même en l'absence des dents.

Cette méthode est basée sur la permanence du tonus musculaire.

Avec un crayon dermographique, on trace sur la peau au niveau du gnathion et du point sous-nasal, deux repaires indélébiles (du moins pendant un certain temps) dont on pourra mesurer l'écartement avec un compas à pointes sèches ou un pied à cou-

lisse (fig. 7).

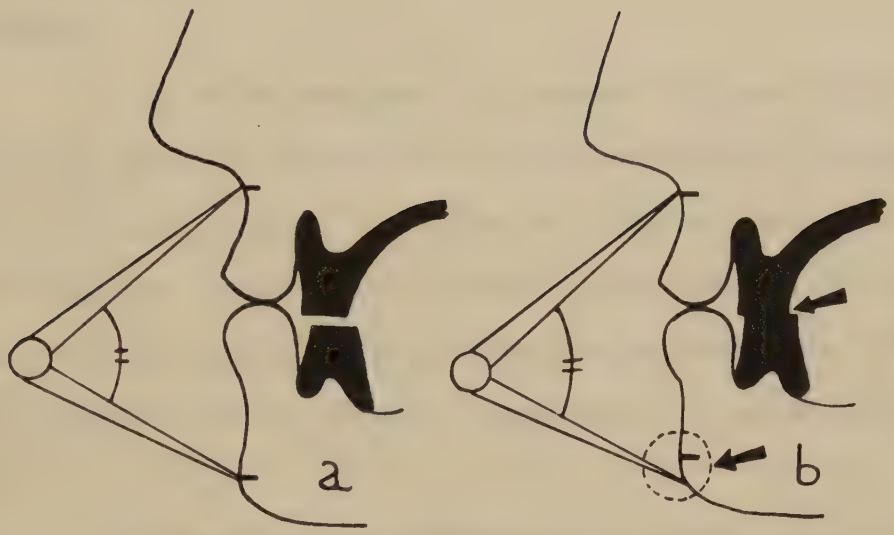


Fig. 7 : (d'après H. SOULET)

Au préalable, une relaxation complète du patient est nécessaire ; on lui explique que, lorsque la mâchoire est au repos, les dents ne sont pas en contact bien que les lèvres soient fermées et on leur demande d'essayer de se mettre au repos. On répète la mensuration plusieurs fois et on vérifie que la distance entre les repères est toujours la même.

Pour LENTULO : " la demande de mise au repos musculaire est constamment comprise par les plus obtus " mais, à notre avis, ceci est loin d'être toujours vrai. Souvent le patient comprend mal et ne peut prendre cette position de relax

surtout s'il est nerveux et émotif. On peut alors recommander des exercices faisant apparaître un certain degré de fatigue musculaire.

I°) Ouverture maximum de la bouche ; lorsque l'effort d'ouverture cesse, la relaxation survient entraînant la mandibule à la position de repos. Les lèvres sont habituellement en contact mais pas toujours. Cela dépend du fait qu'elles ont ou non une hauteur normale. De plus, certaines habitudes respiratoires (nasale ou orale) viennent perturber cette occlusion labiale.

2°) Fermeture de la bouche après l'avoir gardée ouverte pendant longtemps.

3°) Le patient garde dans sa bouche une gorgée d'eau (de quelques centimètres cubes). Si le volume est trop important, le patient aura tendance à augmenter la hauteur de l'étage inférieur pour augmenter le volume intérieur de sa cavité buccale. Il serait, à ce moment là, au repos.

Le patient peut s'exercer plusieurs jours avant la séance de mensuration ... à ces exercices. Mais justement, c'est en général en voulant trop bien faire qu'il prend une position fausse.

La chaleur ambiante et les sédatifs doux peuvent aider à la relaxation mais une sédation trop intense pourrait modifier le tonus musculaire habituel. La même critique peut être faite pour les exercices amenant la fatigue musculaire : nous avons dit déjà dans les généralités que la "position de fatigue

pouvait ne pas être la position de repos.

5°) Procédé de SOULET

Cette méthode est voisine de la précédente. La position de repos, avons-nous déjà dit, se laisse difficilement "saisir" car elle représente un équilibre qu'un rien peut perturber. Pour éviter cela, l'auteur procède de la façon suivante :

Une monture de lunettes supporte un fil à plomb réglable en hauteur et qui pend au ras de l'aile du nez. Ce fil est coloré dans la partie inférieure par trempage dans une mixture quelconque jusqu'à un certain niveau.

Par déplacement du fil sur la monture de lunettes, ce niveau est mis en regard d'une petite boucle en fil de laiton à travers laquelle il passe et qui lui sert de guide, fixée par ruban adhésif sur la peau du menton. On a ainsi tout le loisir de voir où se place habituellement le niveau coloré par rapport à la bouche sans que l'attention du patient soit attirée vers cette observation et sans que ce dispositif modifie de façon marquée l'attitude du sujet, ses fonctions mandibulaires ou la position de repos.

L'observation, pour être valable, doit se poursuivre pendant un certain temps et autant que possible à l'insu du patient. Une fois la hauteur de repos déterminée, elle peut être reportée sur des maquettes d'occlusion. Il sera environ à 2 mm

au-dessus de la position d'occlusion centrique (fig. 8).

Fig. 8 : (d'après H. SOULET)

6°) Position habituelle de phonation

SILBERMAN qui est à l'origine de cette méthode pense que l'espace d'inocclusion phonétique représente la différence entre la position d'occlusion centrique et la position habituelle de phonation. La valeur de cet espace qui est une caracté-

ristique individuelle oscille entre 0 et 10 mm. Pour SILBERMAN, suivi par WILD, la position de la bouche lors de la prononciation des lettres "M" et "S" correspond à la position de repos. D'où la détermination de celle-ci en demandant au patient de prononcer plusieurs fois le mot "Mississipi". La mesure de cette position phonétique est rapide et précise à 1 mm près. Mais il faut prendre garde au fait que la position phonétique est différente à voix chuchotée et à voix haute ; la mesure doit se faire au chuchotement. Plus le patient élève la voix, plus il a tendance à ouvrir la bouche. Par ailleurs, cette constante individuelle n'est pas utilisable dans tous les cas : lorsqu'on ne connaît pas la valeur de cet espace minimum d'inocclusion phonétique avant l'extraction des dents, il faut se contenter d'une moyenne. En outre, les éléments présents dans la bouche par leur situation et leur volume, qu'ils soient naturels ou prothétiques, influencent cette position habituelle et le principe du passage automatique entre les dentures naturelles et artificielles est loin d'être démontré.

7°) Position de pression maximum

Un muscle développe la force maxima dont il est capable lorsque les fibres musculaires qui le composent présentent une longueur déterminée optima. Le maximum de pression masticatrice dont sont capables les muscles élévateurs se trouverait au voisinage de la position de repos.

Ralp BOOS a imaginé un dynamomètre, le "bimeter", permettant de déterminer les forces masticatrices correspondant à divers degrés de séparation des maxillaires. L'écartement des mâchoires correspondant à la force maximum serait celui de la position de repos.

Mais tous les auteurs ne sont pas d'accord et certains pensent que cette pression masticatoire maximum correspond à la hauteur d'occlusion centrique plutôt que celle de la position de repos. Bien sûr, nous le savons, l'écart entre les deux positions n'est que de 2 à 3 mm et lorsque l'on en connaît une, on peut facilement en déduire l'autre mais encore faut-il savoir en présence de laquelle on se trouve.

8°) Radiographie - Téléradiographie

Cette méthode fait aussi appel aux constantes céphalométriques, mais par l'utilisation de points repères osseux précis visibles sur une radiographie du crâne de profil, elle prétend éliminer les erreurs dues à l'imprécision et à la mobilité des repères cutanés employés dans les autres méthodes céphalométriques.

Un progrès supplémentaire a été apporté par la téléradiographie qui éloigne l'ampoule d'environ 5 m de la tête du patient immobilisée par un céphalostat. Ceci permet d'éviter à peu près complètement toute déformation de l'image. Cette méthode utilise des calques téléradiographiques (surtout de profil) sur les-

quels on marque des points de repère. Des lignes joignant ces différents points permettent des méthodes d'analyse soit angulaires, soit linéaires.

Si on a à faire à un patient denté dont la hauteur d'occlusion est convenable, la méthode est valable car elle permettra, par la suite, d'avoir des repères certains et indiscutables.

Si, par contre, le patient est édenté, les choses deviennent beaucoup plus compliquées. L'opérateur devra lui enseigner doucement et gentiment à se relaxer et s'efforcera de lui faire prendre la position de repos avant de prendre le cliché. En cela, il sera aidé par l'absence de toute manipulation au niveau de la face. Cependant, le potentiel d'erreur reste important et l'on peut être amené à prendre successivement plusieurs téléradios.

Deux auteurs américains, D. DOUGLAS et R. MARITATO, ont parfaitement codifié cette méthode en la perfectionnant. Ils observent le patient, la tête étant verticale, les lèvres légèrement séparées pour permettre une respiration buccale. Dans ces conditions, ils admettent le principe que le plan d'occlusion supérieur est dans la région PM à 3 mm au-dessus du coin de la bouche, tandis que le plan d'occlusion inférieur est à 2 mm au-dessous du coin de la bouche. Pour avoir des repères bien radiovisibles, ils collent sur la région prémolaire des crêtes supérieure et inférieure situées du côté de la plaque de minces feuilles de

plomb. De la même manière, du côté opposé à la plaque, ils repèrent le coin de la bouche avec une goutte de peinture au plomb.

La téléradiographie faite, ces repères sont transférés sur un calque qu'ils appellent "vertiocclusogram" (fig. 9 et 10).

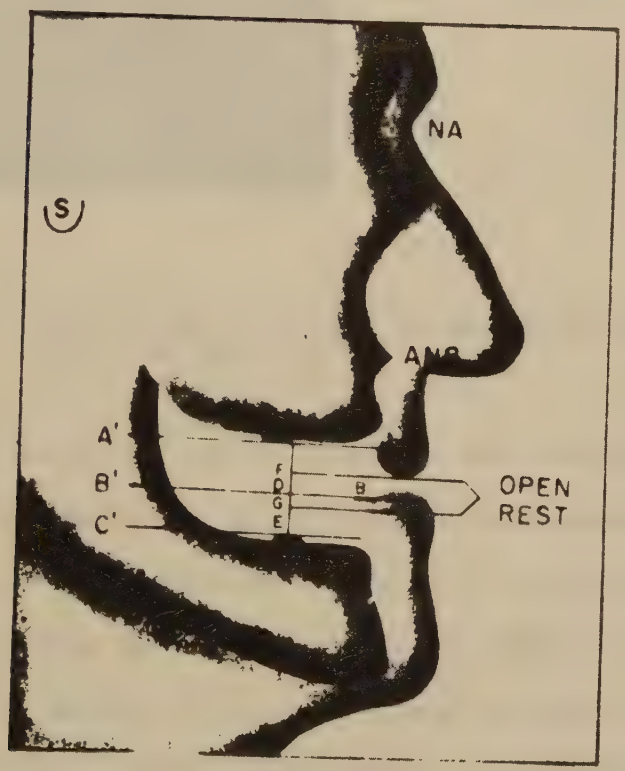


Fig. 9 : Vertiocclusogram (d'après D. DOUGLAS et R. MARITATO)
L'opacité des feuilles de plomb est visible sur la crête supérieure et sur la crête inférieure dans la région des premières prémolaires, de même qu'au niveau des commissures labiales. La distance entre F et G correspond à la distance entre position de repos et position d'occlusion.

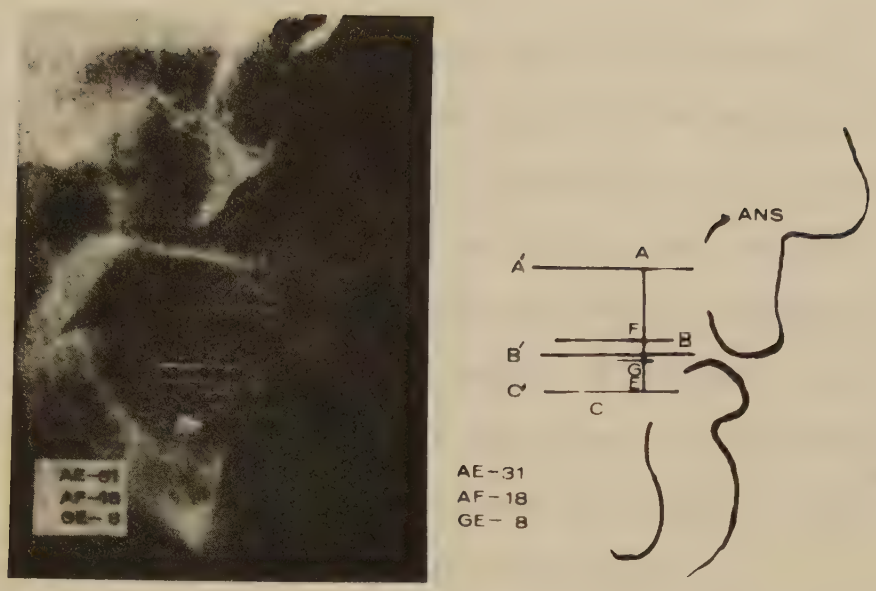


Fig. 10 : Radiographie de profil et schéma calqué obtenu à partir de celle-ci.

Celui-ci servira à régler la hauteur des maquettes d'occlusion lors de la confection de la prothèse. Malheureusement, cette méthode téléradiographique, outre qu'elle n'est pas d'une précision absolue, nécessite un matériel coûteux d'un emploi peu courant en prothèse et en dentisterie opératoire. Le radiologiste étant en général peu qualifié pour la détermination de cette position de repos, il serait souhaitable d'associer à la prise du cliché une autre méthode donnant plus de certitude quant à la position figurant sur la radiographie.

9°) Electromyographie

Quand un muscle strié se contracte, les membranes

des fibres qui le composent conduisent un influx électrique ou potentiel d'action musculaire. Toute activité d'un muscle,aussi bien le début de la contraction que l'intensité, la durée et la terminaison de cette même contraction, provoque des manifestations électriques que l'on pourra considérer comme le reflet fidèle de l'activité mécanique de ce muscle. Si l'on capte, amplifie et enregistre cette activité électrique, il est possible d'avoir un tracé correspondant à la somme des potentiels d'action des différentes unités motrices mises en jeu.

C'est pourquoi, l'électromyographie se révèle extrêmement utile dans l'étude physiologique de la position de repos. Les premières études du mécanisme physiologique de la mastication ont été effectuées par MOYERS en 1950, mais ce n'est que depuis peu d'années que les auteurs modernes comme ALHGREEN et EIGILD MOLLER ont permis d'utiliser ces données. Le maximum de précision est obtenu par l'utilisation d'électrodes-aiguilles mais de simples électrodes-plaques appliquées sur la peau suffisent pour juger de l'activité du temporal ou du masseter et des muscles abaisseurs. Pendant le repos, le tonus musculaire entraîne une activité électrique qui, sans devenir complètement nulle, tombe à une valeur comprise entre 2 % et 5 % de celle observée sur la bande passante d'enregistrement pendant la mastication. La contraction alternative d'un petit nombre de fibres produit un tracé presque rectiligne qui traduit l'inactivité mécanique du muscle (fig. II et II bis).

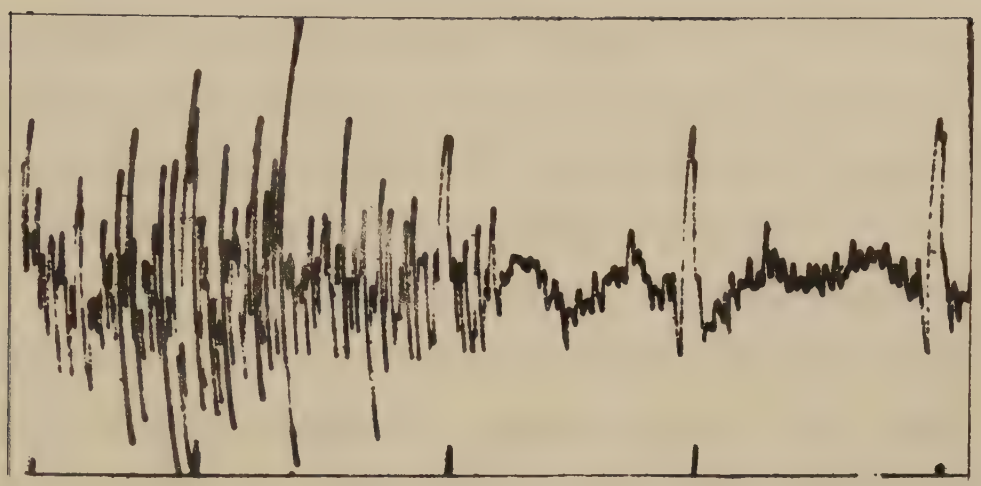


Fig. II : Electromyogramme du masseter montrant le passage de l'occlusion forcée au repos (enregistrement fait à la Clinique Odonto-Stomatologique de Toulouse).

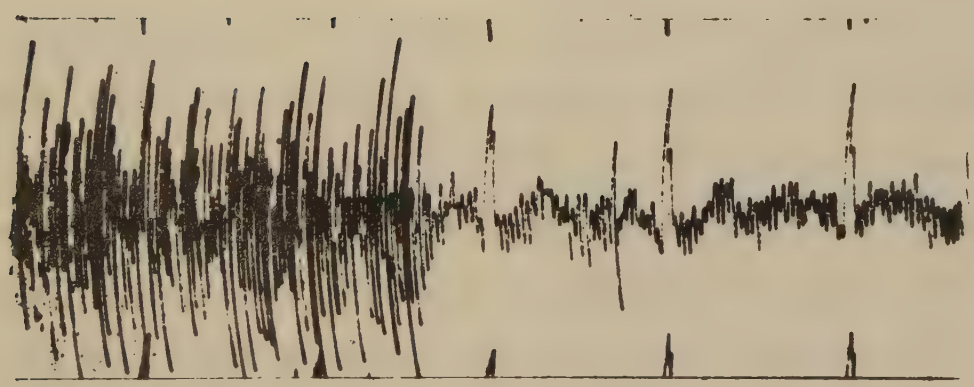


Fig. II bis : Electromyogramme du masseter montrant le passage de la propulsion forcée au repos (enregistrement fait à la Clinique Odonto-Stomatologique de Toulouse).

L'électromyographie permet donc de saisir le moment où la musculature est au repos mais ne permet pas à elle seule de déduire la position (ou la dimension) entre les mâchoires lors du repos. Elle doit donc être associée à d'autres méthodes de détermination, par exemple à la téléradiographie.

En fait, plusieurs auteurs dont ATWOOD combinant la mesure de la dimension verticale et l'électromyographie ont montré que de petits changements (supérieurs parfois à 6 ou 7 mm) dans la dimension verticale peuvent survenir sans changement apparent dans l'activité électrique des muscles. En outre, l'utilisation d'un électromyographe, on le comprend aisément, n'est pas à la portée de tous et ne peut être fait que dans un service hospitalier spécialisé.

10) Méthode optique

Un auteur tchécoslovaque, Ladislav DOMBRADY, critique de façon pertinente les précédentes méthodes : "La position de repos, dit-il, est déterminée en assurant la distance entre deux points situés soit sur les tissus mous ou mieux sur les tissus durs (dents ou squelette), mais de toutes façons, il y a de grandes différences dans les valeurs enregistrées parce que la mesure est effectuée à un moment donné alors qu'elle devrait l'être pendant une période de temps étendue. On a essayé de trouver un remède par l'enregistrement cinématographique (avec amplificateur de brillance) des mouvements de la mandibule dans sa fonction et

dans la phase de repos physiologique. Mais celui-ci s'avère très laborieux".

Aussi préconise-t-il un simple appareil photographique dont l'obturateur, ouvert en permanence, est braqué sur le visage du patient. Deux petites ampoules électriques sont fixées, l'une pour la mandibule sur le menton avec du sparadrap, l'autre pour le maxillaire supérieur sur des lunettes solidarisées à la peau également avec du sparadrap.

Egalement dans le champ de la caméra, une troisième ampoule dont l'éclairement discontinu est commandé par un métronome donne le facteur temps. Pour éviter que les images des points lumineux ne se superposent sur la pellicule rendant l'enregistrement indéchiffrable, la caméra est placée sur un support mobile animé d'un mouvement de translation régulièrement continu (fig.12).

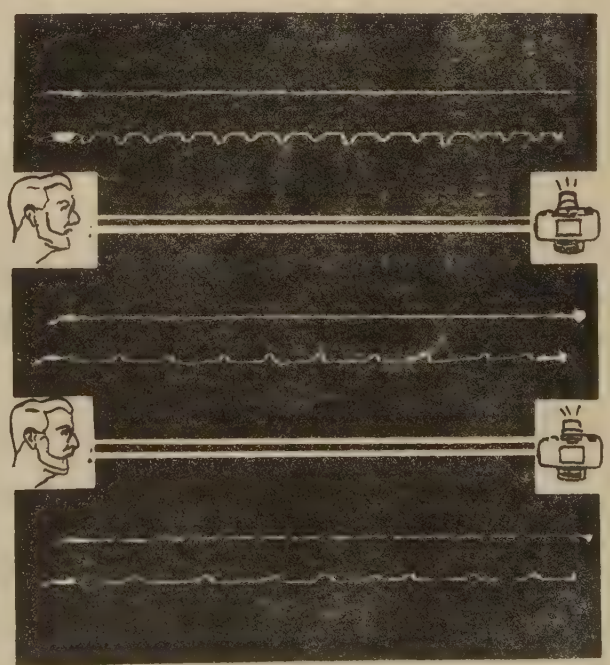


Fig. 12 : (d'après DOMBRADY)

Enregistrement des mouvements de la mâchoire inférieure allant de l'occlusion centrique à la position de repos et retour.
Le 1er enregistrement est fait avec 2 secondes d'intervalle.
Le 2ème enregistrement est fait avec 3 secondes d'intervalle.
Le 3ème enregistrement est fait avec 4 secondes d'intervalle.
Les points montrent le temps.
La ligne supérieure représente la position de la mâchoire supérieure.
La ligne inférieure irrégulièrement ondulante montre le chemin parcouru par la mâchoire inférieure.

Dans son expérimentation, l'auteur demande au patient d'ouvrir et de fermer la bouche en fonction des battements du métronome, toutes les deux secondes puis toutes les 4 secondes. C'est pendant cette dernière période qu'il observe une position de repos à peu près stable.

L'auteur signale, en outre, ce qui n'est pas une nouveauté, que la position de repos est très influencée par la position de la tête : fléchie ou défléchie, droite ou inclinée, maintenue ou non par un céphalostat.

La critique qui peut être faite de cette méthode est qu'elle n'est, quoiqu'en dise son inventeur, pas très facile à utiliser, demandant une pièce noire, un matériel assez spécialisé et beaucoup de minutie. De plus, la position de repos observée sur la pellicule après développement n'est pas directement utilisable. Il faut la reporter sur les modèles d'occlusion grâce au repère marqué sur le visage du patient, mais cela ne doit pas se faire sans risque d'erreur.

III - CRITIQUES DE CES DIFFERENTES METHODES

L'objectif majeur de la prothèse dentaire est de remplacer les dents manquantes en restaurant les structures buccales de telle manière qu'il existe des rapports harmonieux esthétiquement et fonctionnellement entre les dents, le squelette, les articulations et les muscles. Pour arriver à ce résultat, la dé-

termination de la position de repos est capitale. Cliniquement, les plus grands changements de cette position ont lieu dans le sens vertical. C'est pour cette raison que la plupart des études ont porté sur la mesure de la distance verticale séparant deux points situés l'un au-dessus de la bouche, l'autre au-dessous.

Mais l'étude des principes généraux et la revue des différentes méthodes de détermination nous montrent que si l'on connaît beaucoup de choses sur cette position et sur son importance clinique, trois points importants restent encore obscurs et doivent être précisés :

1°) - Quels sont les facteurs qui entraînent cette variabilité ?

2°) - Quelle est la plage de variabilité normale de cette position de repos ?

3°) - Quelles sont les limites de sa variabilité anormale ?

Principaux facteurs faisant varier la dimension verticale de repos.-

- l'enlèvement des dernières dents pouvant entrer en contact. Chez certains patients, la hauteur de repos augmente, chez d'autres, elle diminue, pour quelques-uns enfin elle reste stable.
  Donc, il y a ici présence de variations individuelles sans systématisation possible, ce qui impose pour chaque patient un nouvel examen sans

trop se fier aux mesures préalables.

- chez l'enfant non appareillé, la hauteur verticale de repos varie d'un moment à l'autre dans des proportions assez importantes suivant la position.
- chez l'édenté appareillé, il y a variation de la hauteur verticale de repos suivant qu'il enlève ou qu'il porte son dentier (ceci est dû, sans doute, au volume de l'espace libre utilisable par la langue). Il y aurait donc intérêt à déterminer la position de repos une fois mise en bouche des maquettes d'occlusion à peu près comparable en forme et en volume au futur dentier que l'on se propose de créer.
- l'attitude psychologique du patient qui pourra être effrayé, ou au contraire amusé jusqu'à éclater de rire, par la technique des mensurations ou les exercices qu'on lui fait effectuer.

Toutes les méthodes ont leurs avantages et leurs inconvénients. Les méthodes que nous appellerons cliniques (parag. I, 2, 3, 4, 5, 6, 7) sont rapides, demandant peu de matériel mais sont peu précises. Les résultats peuvent être faussés par les manipulations près du visage, un équipement qui effraie ou agace le patient. On ne doit pas les employer isolément mais au contraire

confronter les résultats de plusieurs d'entre elles. Elles demandent de la part de l'opérateur beaucoup de douceur, de sens clinique et d'expérience.

Les méthodes que par opposition on pourrait appeler scientifiques (parag. 8, 9, 10 : téléradiographie - photographie et cinématographie - électromyographie) sont, bien sûr, beaucoup plus précises mais demandent un matériel cher et encombrant, des techniques rigoureuses. Elles ne peuvent être de pratique courante et voient pour cela leur utilisation très limitée.

ATWOOD et TALLGREEN les emploient presque toutes successivement : ils demandent au patient d'humecter ses lèvres, de saliver, de prononcer la lettre "M" puis de se relaxer. Ils attendent quelques secondes, observant l'expression du visage et la position des lèvres puis pratiquent une téléradiographie.

Après tout cela, on aurait pu espérer une réponse précise et indiscutable, mais hélas c'est le contraire qui se produit.

En effet, tous ces éléments amènent les auteurs modernes, comme ATWOOD, TALLGREEN et MALONAY, à conclure qu'il n'y a pas une seule et absolue position de repos, mais toute une plage de positions possibles, que la largeur de cette plage varie d'un individu à l'autre et d'un moment à l'autre chez le même individu, que cette variabilité augmente lorsque le patient perd ses derniers

contacts occlusaux. Il y a encore des variations chez l'édenté s'il se produit une résorption anormalement intense et rapide des crêtes ou si le patient est brusquement privé d'un dentier auquel il était habitué.

De plus, nous sommes mal renseignés sur l'effet de la fatigue musculaire, de l'état de santé, du psychisme, de la forme et du volume du dentier, de l'épaisseur du palais et de la position des dents du dentier.

Cette liste affreusement longue de toutes les possibilités de variation et de toutes les causes d'erreur, le grand nombre de méthodes d'investigation dont aucune ne donne pleinement satisfaction, nous amènent à penser qu'il serait particulièrement intéressant de pouvoir déterminer la position de repos, les maquettes d'occlusion préfigurant le futur dentier étant en bouche. L'enregistrement ne devrait pas se faire à un instant donné mais au contraire être continu et permanent. L'appareillage ne devrait être ni encombrant, ni gênant, ni même visible pour que l'enregistrement puisse se faire presque à l'insu du patient alors naturellement relaxé.

CHAPITRE II

RADIO - TELEMETRIE

I - PRINCIPE UTILISE

II - TECHNOLOGIE

1°) L'émetteur

2°) Le récepteur

III - PRESENTATION EXTERIEURE DE L'APPAREIL RECEPTEUR ET ENREGISTREUR

IV - AMELIORATIONS FUTURES EN COURS D'ETUDE

CHAPITRE II

RADIO - TELEMETRIE

Divers types de capteurs électroniques peuvent être actuellement utilisés en médecine générale et plus particulièrement en stomatologie, destinés à traduire des informations de nature physique ou chimique en signaux électriques directement utilisables par le spécialiste.

Quels que soient les paramètres étudiés (température, pression, pH, variation de distance, etc...), on constate que les principaux obstacles rencontrés jusqu'à ce jour venaient de la présence des fils assurant la transmission entre les capteurs et l'appareil de lecture ou d'enregistrement.

En réalisant un microcapteur radioélectronique pour la mesure précise de l'écartement des mâchoires correspondant à la position de repos mandibulaire chez un édenté, nous aboutissons à deux avantages nouveaux et capitaux : la disparition des fils sortant de la bouche du client et l'inclusion, dans les maquettes d'occlusion, de notre système de mesure grâce à sa miniaturisation. Ceci permet de conserver chez le sujet un comportement physiologique normal, comme nous l'avons déjà expliqué.

En odonto-stomatologie, la réalisation de microcapteurs téléradiométriques utilise des principes déjà connus sans originalité propre sauf en ce qui concerne l'application particulière qui en est faite.

Les difficultés sont essentiellement d'ordre technologique dues à la miniaturisation, les exigences de consommation et de volume ne permettant pas toujours l'utilisation de circuit électronique complexe, susceptible de garantir une haute précision des mesures.

L'appareil étudié n'échappe pas à cette règle ; cependant, sa précision est plus que suffisante pour l'utilisation envisagée.

Cette étude sera complétée d'une analyse critique permettant de mettre clairement en évidence les avantages et les inconvénients des circuits utilisés. Dans le cadre d'un travail plus complet en cours de réalisation et que nous pensons publier dans un avenir prochain, nous extrapolerons aux possibilités offertes dans l'électronique moderne par l'utilisation des circuits intégrés.

I - PRINCIPE UTILISE

La méthode utilise les variations de fréquence d'un oscillateur du type COLPITTS, les variations de distance étant traduites par les modifications de reluctance de la bobine d'oscillation.

La figure 13 représente la chaîne complète de mesure sur laquelle nous trouvons l'émetteur et le récepteur.

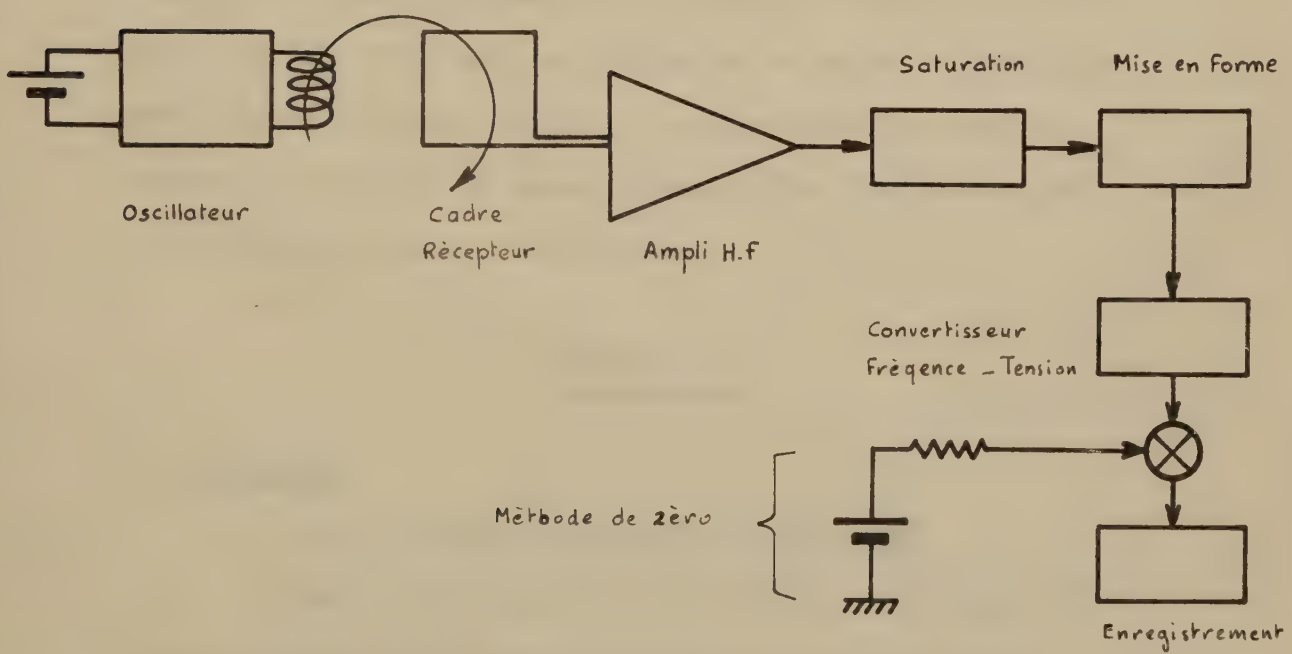
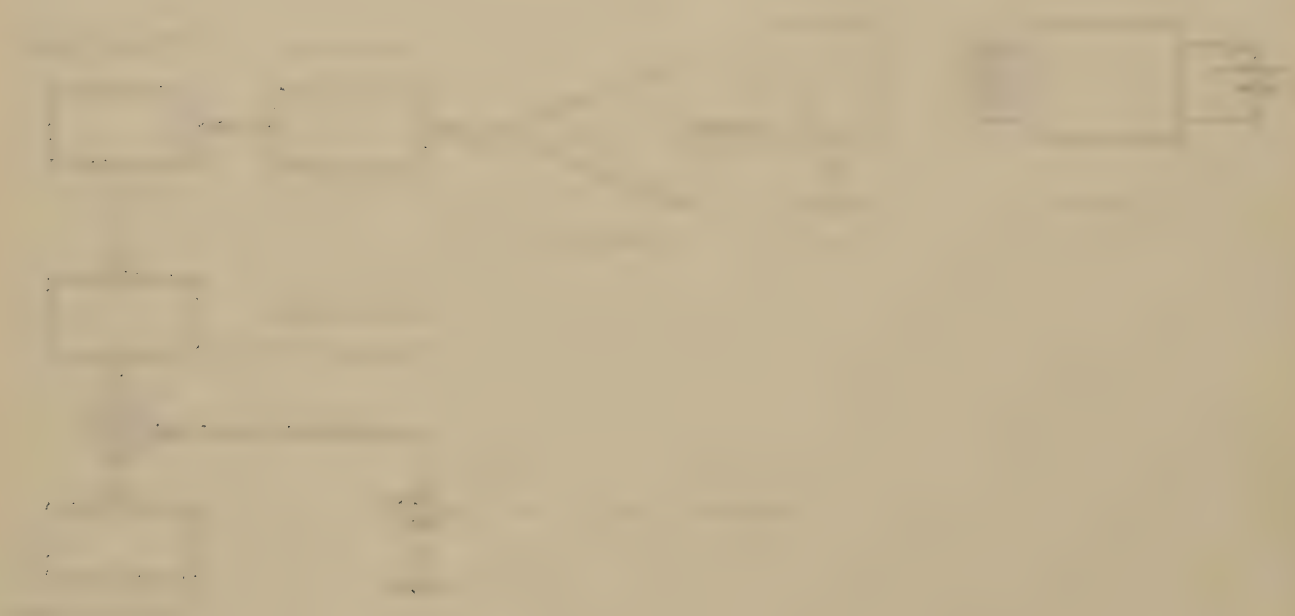


Fig. 13



I°) - L'EMETTEUR

Il est essentiellement constitué d'un transistor de type 2 N 2484 (technologie 3 W) auquel sont associées une capacité et une bobine d'oscillation influencée par la proximité d'une lame de clinquant ou d'une plaque de ferrite. Cette bobine joue également le rôle de bobine d'émission (antenne).

2°) - LE RECEPTEUR

Comprenant un cadre de réception (antenne) suivi d'un amplificateur haute fréquence, d'un étage de saturation et de mise en forme permettant une excitation correcte du convertisseur fréquence-tension qui, par l'utilisation d'une méthode d'opposition, permet un enregistrement direct des variations d'écartement des mâchoires du patient.

II - TECHNOLOGIE

I°) L'EMETTEUR

C'est l'élément principal de notre étude.

Plusieurs prototypes ont été réalisés. Ils nous ont permis de déterminer la structure des circuits électroniques à utiliser (bobine d'émission, disposition des piles, forme du container, etc...) ainsi que le choix de la fréquence de fonctionnement compte tenu de l'affaiblissement provoqué par la traversée des parties molles de la joue. Le dernier est repré-

senté sur le schéma ci-dessous (fig. 14).

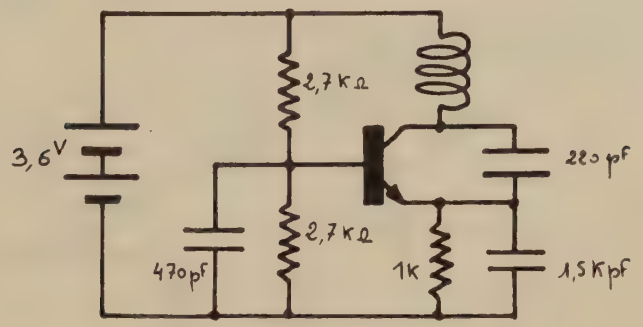


Fig. 14 : Schéma de l'émetteur

Il est entièrement enfermé dans un container en matière plastique (Lucoflex) dont les dimensions hors tout sont les suivantes : 27 + 7,6 + 7,6 mm.

A l'intérieur, deux compartiments ont été pratiqués (fig. 15 et 16).

L'un, le plus grand, contient 3 piles au mercure de 1,4 volt de type Malory R 212 (en utilisation normale, leur durée de fonctionnement est d'environ 10 heures).

L'autre, le plus petit, le circuit électronique oscillant en relation avec la bobine d'oscillation enroulée autour du container (fig. 15 et 16). Celle-ci joue également, rappelons-le, le rôle de bobine d'émission. Elle est faite de 25 spires, d'un fil de cuivre de 30/100 mm de section.

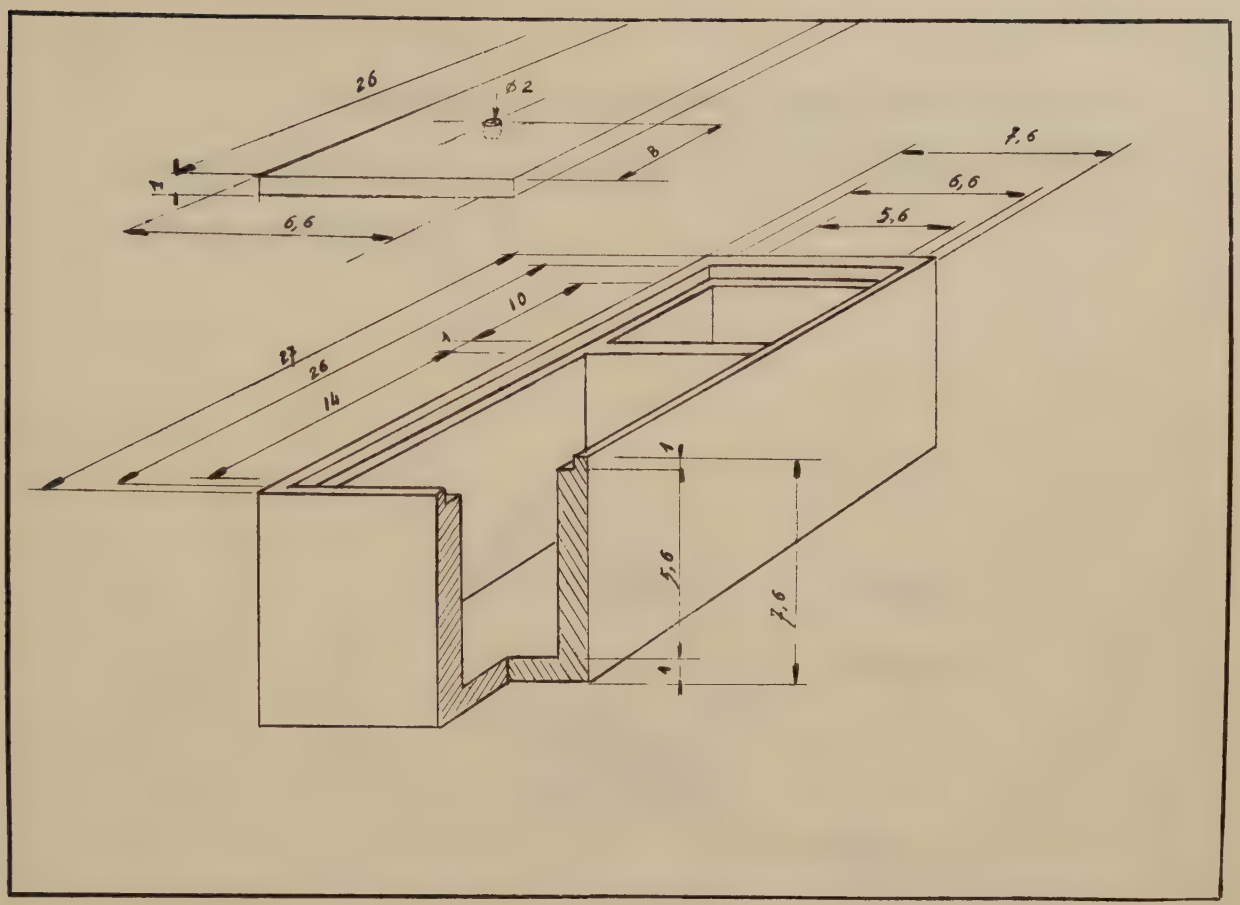


Fig. 15 : Container

Ce schéma montre le compartiment des piles (le plus petit) et le compartiment du circuit électronique.

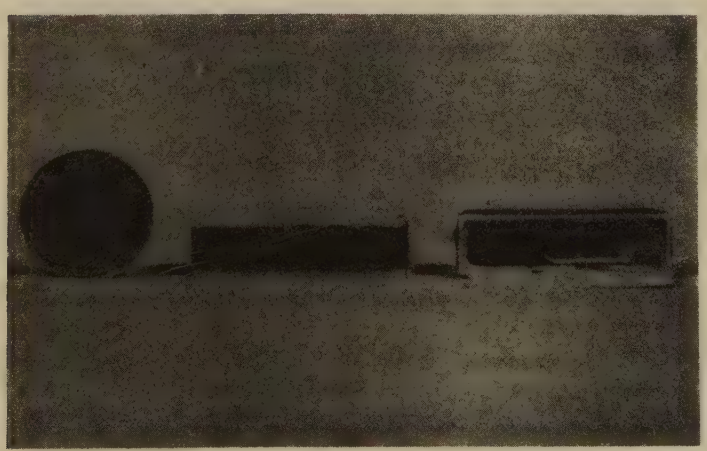
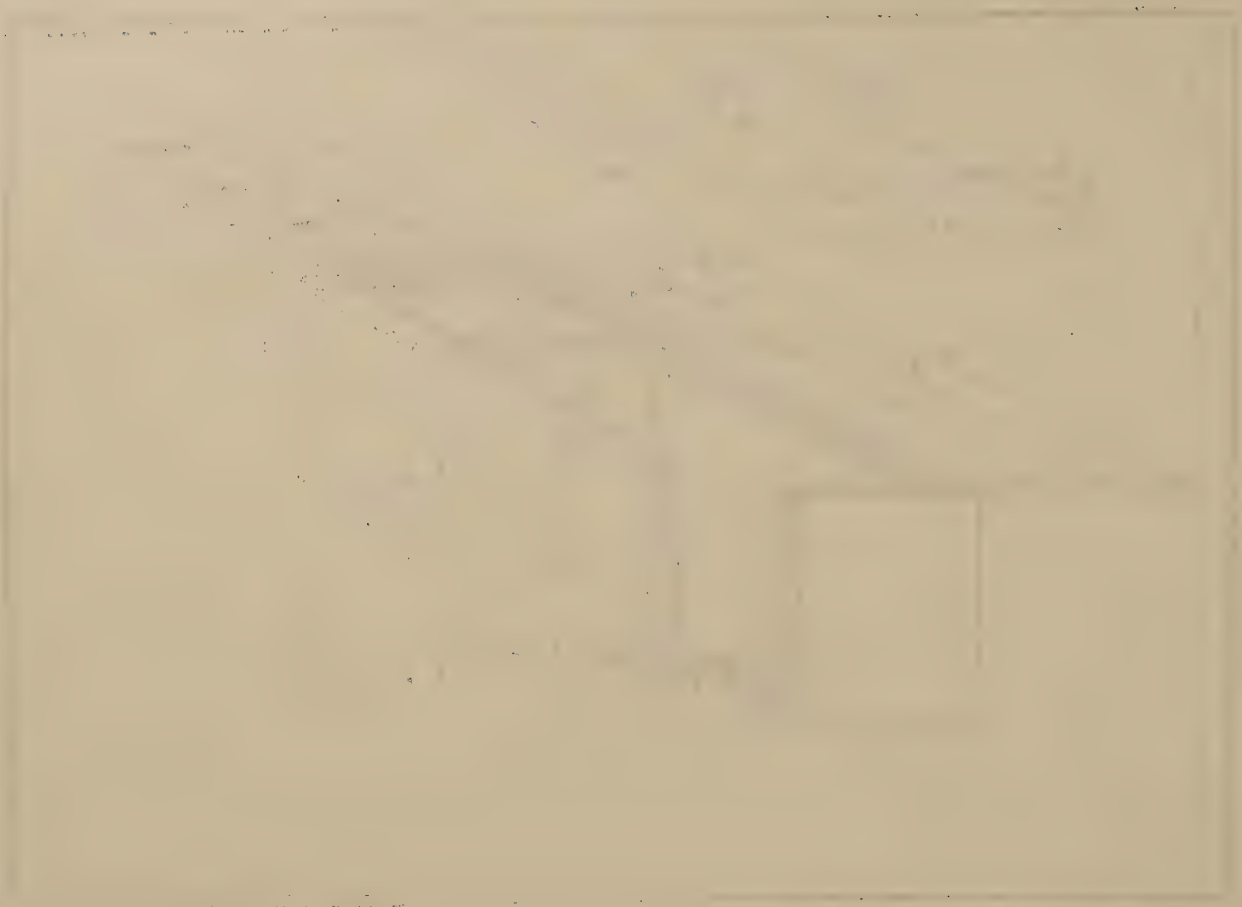


Fig. 16 : Photo très agrandie du container dont on apprécie les dimensions par rapport à la pièce de 5 centimes.



Le container est normalement inclus dans la cire de la maquette d'occlusion d'une arcade, la bobine d'émission effleurant la surface (fig. 17).

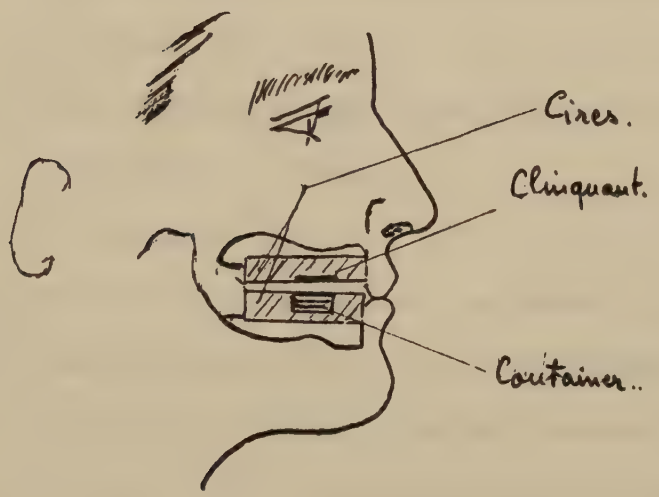


Fig. 17 : Situation du container et de la plaque de clinquant dans la maquette d'occlusion.

En regard, sur la cire de la mâchoire opposée est placée une lamelle de métal dont le but est de provoquer lorsqu'elle s'approche, d'importantes variations de reluctance de la self se traduisant par des variations de la fréquence d'émission. Celles-ci seront par la suite traitées par le récepteur qui, après étalonnage, fournira un signal analogique directement proportionnel à

l'écart à mesurer. La fréquence moyenne de fonctionnement de l'oscillateur a été choisie aux environs de 2,5 mégahertz.

Le fonctionnement de ce capteur a été étudié au laboratoire en fonction des variables suivantes :

I°) Variation de température.

2°) Instabilité de la fréquence d'émission due à l'usure des piles.

3°) Mise en place plus ou moins correcte du capteur dans la prothèse.

I°) Influence de la température

Placé dans une enceinte thermique, le capteur a subi un choc compris entre 0 et 60°. Un enregistrement direct de la fréquence d'émission sur un compteur électronique a montré que l'instabilité de cette fréquence était inférieure à 1 % ce qui représente un coefficient de température sensiblement égal à 2×10^{-4} par degré centigrade.

Si l'on admet que, en bouche, dans les plus mauvaises conditions, les variations thermiques dues à la respiration ne sauraient dépasser 10 à 15°, on peut considérer l'influence de la température comme négligeable.

2°) Instabilité de la fréquence d'émission due à l'usure des piles.

Deux types d'instabilité sont à prendre en considération.

Ce sont :

- d'une part, les instabilités de fréquence essentiellement dues aux éléments passifs : résistance, condensateur, inductance,
- et d'autre part, les instabilités en amplitude dues particulièrement au vieillissement des piles (fig. 18).

En ce qui concerne cette dernière dérive, nous verrons lors de l'étude du système de réception, qu'elle n'altère en rien la précision des mesures.

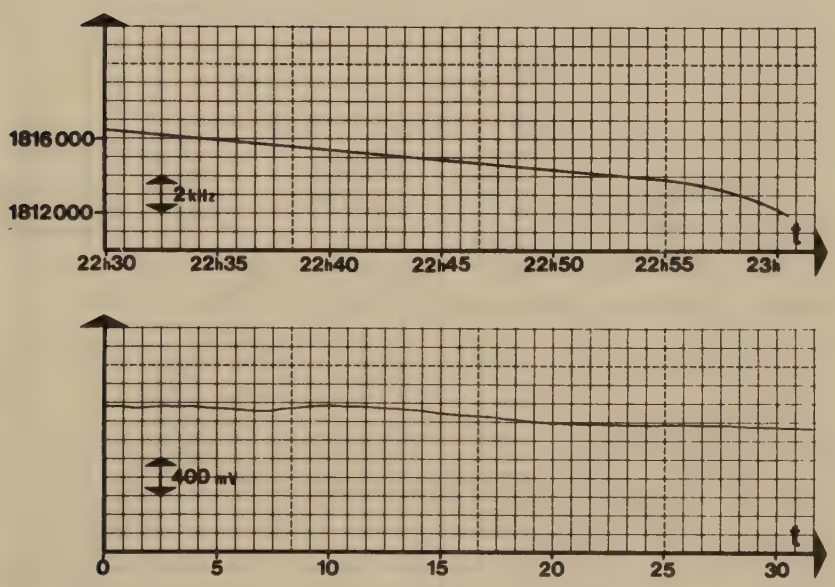
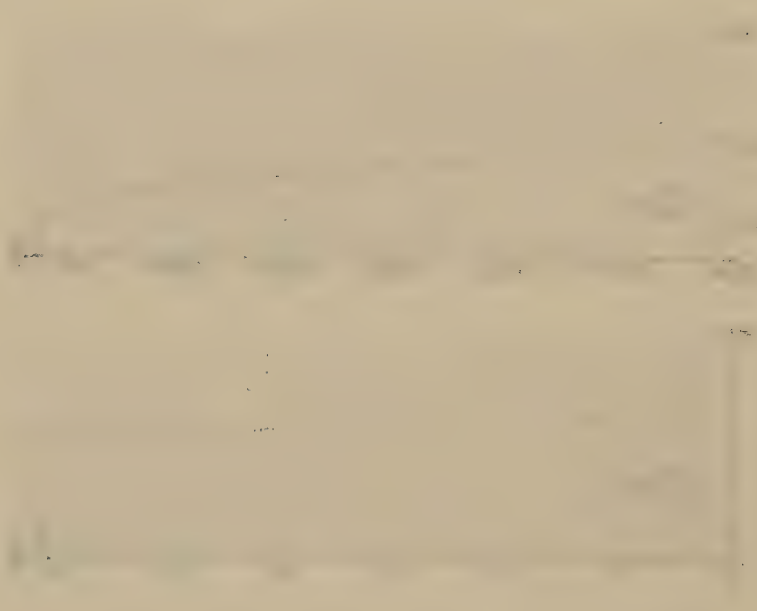


Fig. 18 : Variations de fréquence d'émission en fonction du temps (usure des piles) : inférieur à $\frac{3}{1000}$ en une demi-heure



3°) Mise en place plus ou moins correcte du capteur dans la prothèse.

La figure 19 représente les variations de sensibilité obtenues en fonction de l'écartement des bourrelets d'occlusion, le capteur étant placé suivant un angle voisin de 15° par rapport au plan de la prothèse (plan d'occlusion).

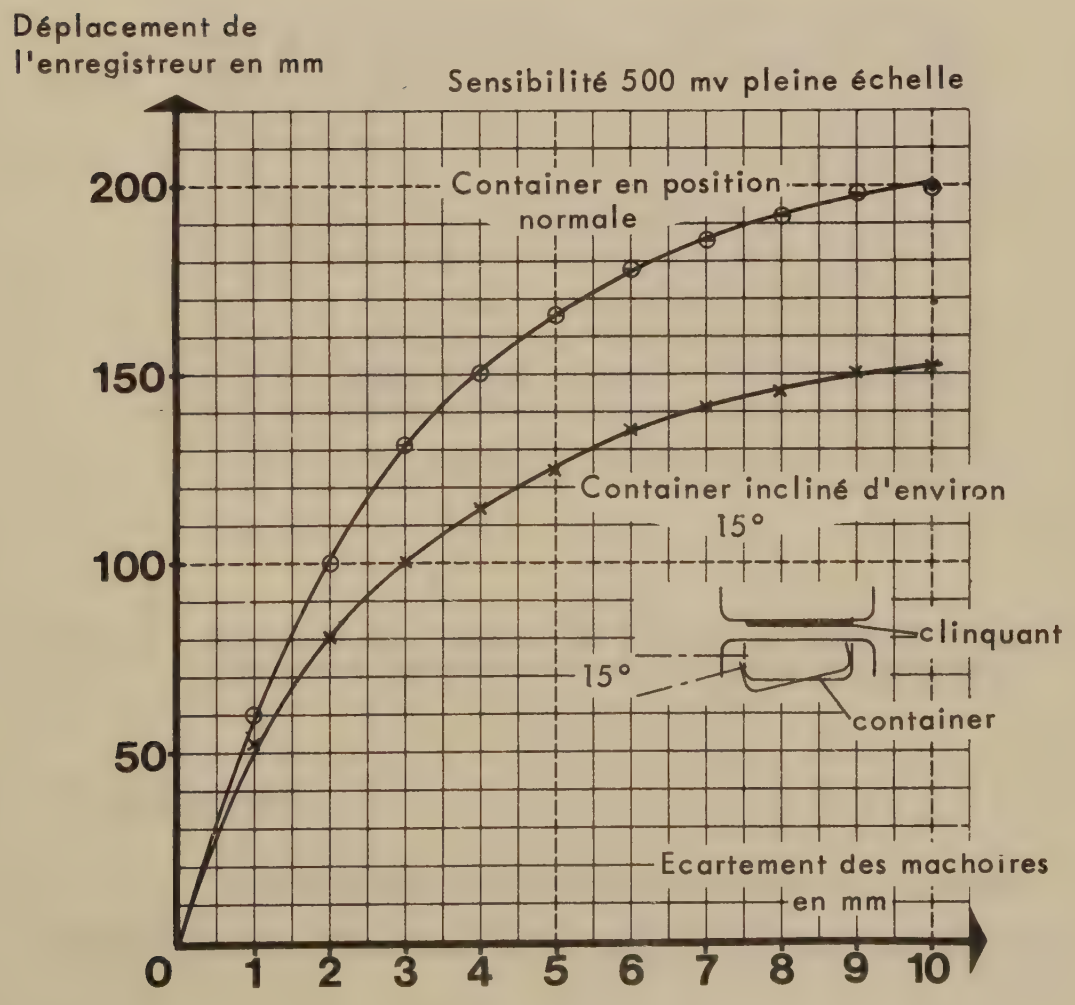
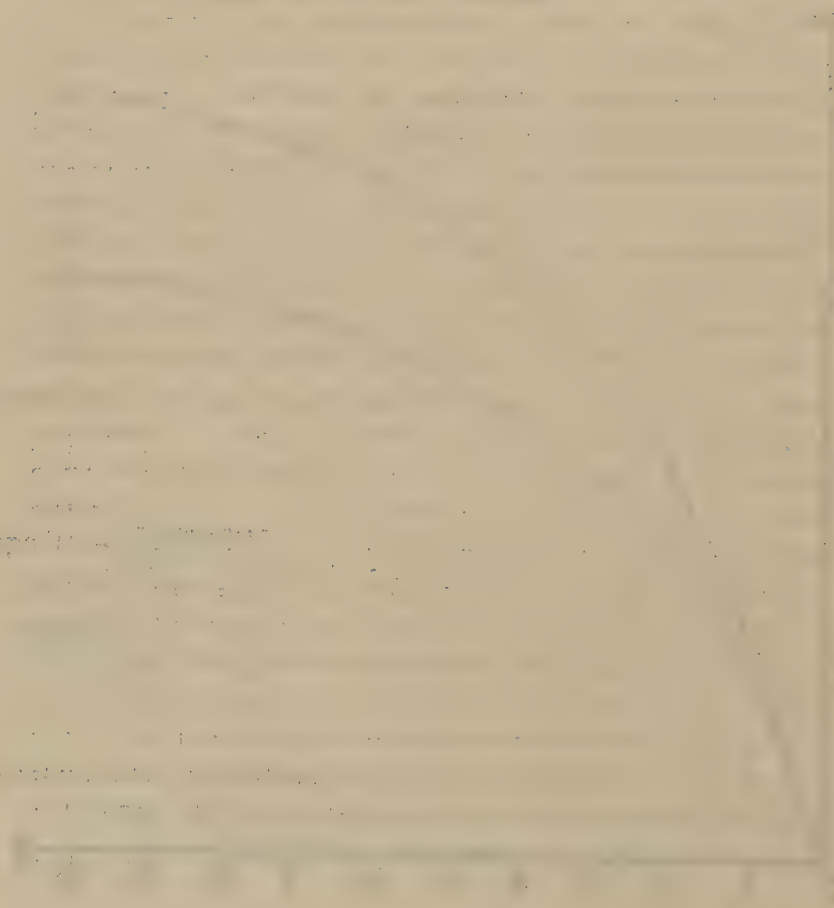


Fig. 19 : Incidence d'un mauvais positionnement du capteur dans les maquettes d'occlusion.



Ce cas limite montre qu'il pourrait être nécessaire d'utiliser un certain nombre d'échelles de lecture (fig. 20) permettant de tenir compte des imperfections de mise en place, tributaire d'un manque d'habilité du praticien ou d'une divergence importante entre les plans des maquettes d'occlusion du haut et du bas.

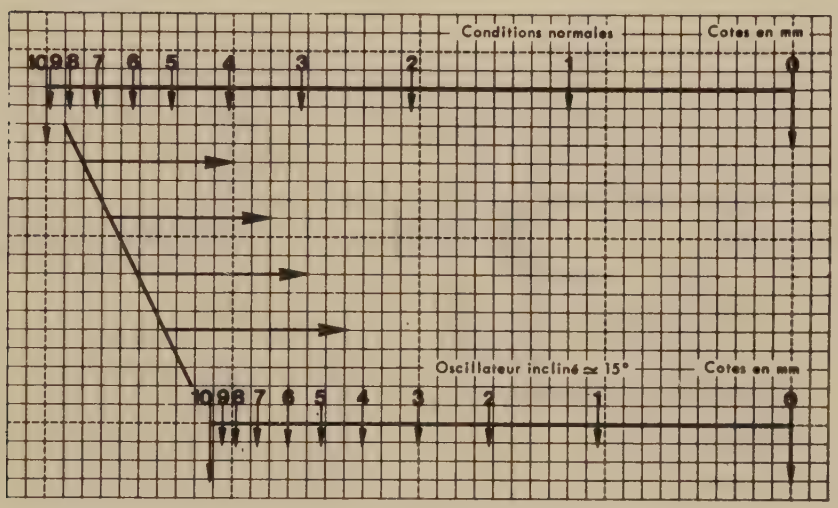


Fig. 20 : Variation de l'échelle de lecture en fonction d'une divergence importante entre les plans antagonistes.

2°) LE RECEPTEUR

Le rayonnement électro-magnétique émis par la bobine d'oscillation de l'émetteur (voir fig. 13) est reçu par un cadre

de réception (antenne) placé à une dizaine de centimètres de la joue du patient perpendiculairement aux lignes de force de la bobine d'émission. Le signal reçu est de l'ordre du millivolt avec une fréquence voisine de 2,5 mégahertz. Il est traité par un amplificateur haute fréquence classique à trois étages alternatif qui excite par l'intermédiaire d'un étage de saturation (fig. 21) un circuit de mise en forme (fig. 22) qui donne un signal écrêté, sensiblement carré (fig. 23).

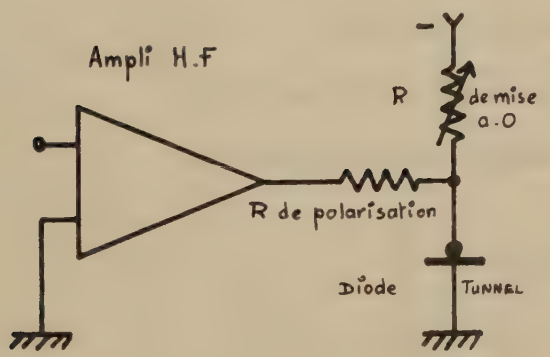


Fig. 21 : Etage de saturation

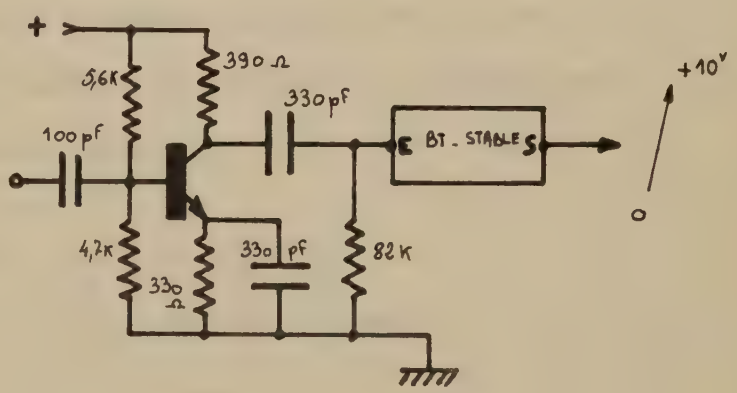


Fig. 22 : Circuit de mise en forme

Fig. 23 : Signal écreté

Les circuits de saturation et la mise en forme ont pour but de garantir le fonctionnement d'un circuit bistable dont les écarts de fréquence seront traités par le convertisseur fréquence-tension.

L'amplitude du signal délivré par ce bistable étant constante, il est intéressant de remarquer que ce type de fonctionnement garantit la précision des mesures quelle que soit l'usure des piles du microcapteur. Seules, les variations de fréquence du signal reçu sont significatives de l'écartement des mâchoires.

Les variations de fréquence du signal fourni par le bistable (fig. 24) sont traduites en variation d'amplitude par le convertisseur représenté figure 25.

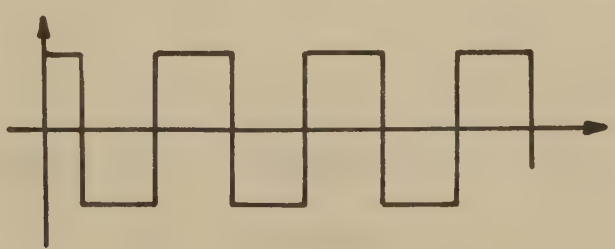


Fig. 24 : Signal à la sortie du bistable

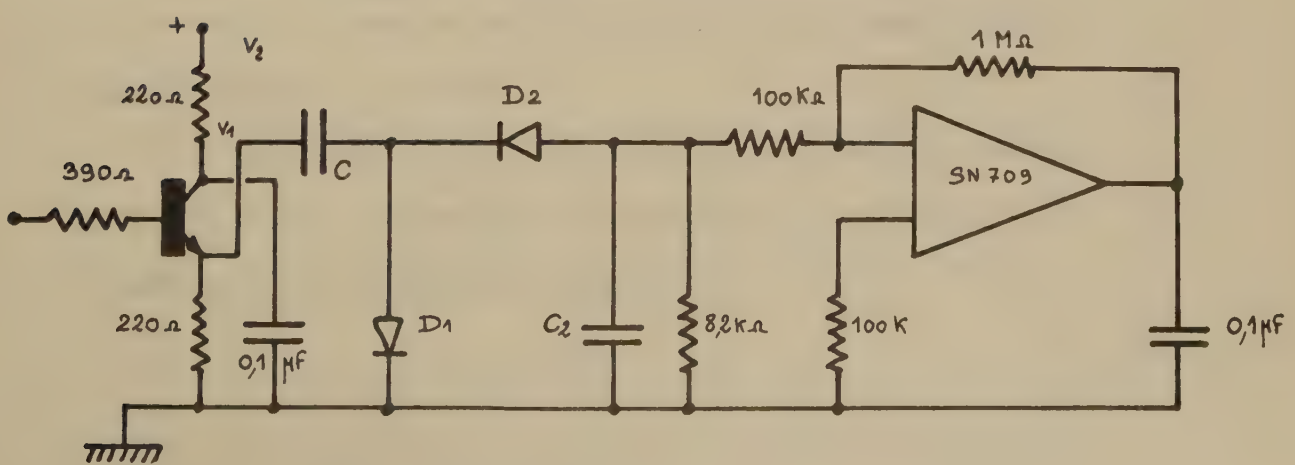
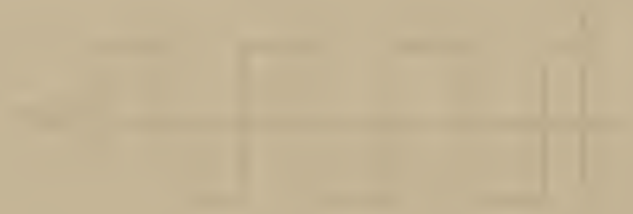


Fig. 25 : Convertisseur



Le principe utilisé (voir bibliographie) est le suivant :

Le condensateur C est modulé par un signal dont l'amplitude est comprise entre V_I et V_2 (correspondant sensiblement à l'état saturé et bloqué du bistable) et dont la fréquence f est à mesurer.

Par l'intermédiaire des diodes D_I et D_2 une charge électrique est transmise au condensateur C_2, charge dont la valeur a pour expression :

$$q = (V_2 - V_I)\ C_I$$

le courant étant représenté en première approximation par la relation :

$$is = C_I\ (V_2 - V_I)\ f_I$$

Si on admet $V_2 - V_I$ = Constante

C_I = Constante

on en déduit que le courant intégré par la capacité C_2 (c'est-à-dire la tension aux bornes) est exclusivement fonction de la fréquence f à mesurer.

Un amplificateur opérationnel du type Micro A 709 amplifie le signal aux bornes de la capacité C_2 et l'adapte à la méthode de zéro représentée figure 25.

III - PRESENTATION EXTERIEURE DE L'APPAREIL RECEPTEUR-ENREGISTREUR

I°) DESCRIPTION DE L'APPAREIL

Dans le coffret en bois ci-après (fig. 26), on a pu loger l'appareillage électronique récepteur, l'enregistreur graphique, le pupitre de commande.

a) L'appareillage électronique comprend :

- un cadre de réception orientable (voir fig. 25) monté sur un bras mobile et télescopique ; il est accordé sur la fréquence moyenne du microémetteur.

Lors de l'utilisation, ce cadre orientable est placé à une distance comprise entre 20 et 30 cm de la joue du patient de façon à être perpendiculaire aux lignes de force du champ magnétique émis par la bobine du microémetteur.

- un amplificateur à large bande passante.

- les circuits électroniques de conversion fréquence-tension ainsi que les circuits de compensation permettant de faire les mesures par l'utilisation d'une méthode de zéro.

- un étage d'adaptation vers l'enregistreur graphique.

b) L'enregistreur graphique à plume est d'un modèle courant très simple à déroulement continu. Il permet d'obtenir un enregistrement direct des variations de distance.

c) Sur le pupitre de commande, on peut voir :

- un galvanomètre à cadre permettant de s'assurer que le cadre de réception est correctement orienté dans le champ magnétique du microémetteur et que le signal reçu est suffisamment intense pour être convenablement traité par les circuits électroniques.

- le commutateur

Placé en position "Marche", il met sous tension le galvanomètre.

- les deux boutons supérieurs (réglage gros et réglage fin) permettent alors de centrer la position de la plume de l'enregistreur à l'endroit choisi sur la bande de papier qui est toujours immobile. Pour obtenir le déroulement de celle-ci et commencer l'enregistrement, il suffit de mettre le commutateur sur la position "Enregistrement".

- un bouton poussoir donnant la possibilité de contrôler périodiquement les circuits d'opposition.

- trois voyants lumineux, enfin, permettant de juger de la bonne marche de l'appareil.

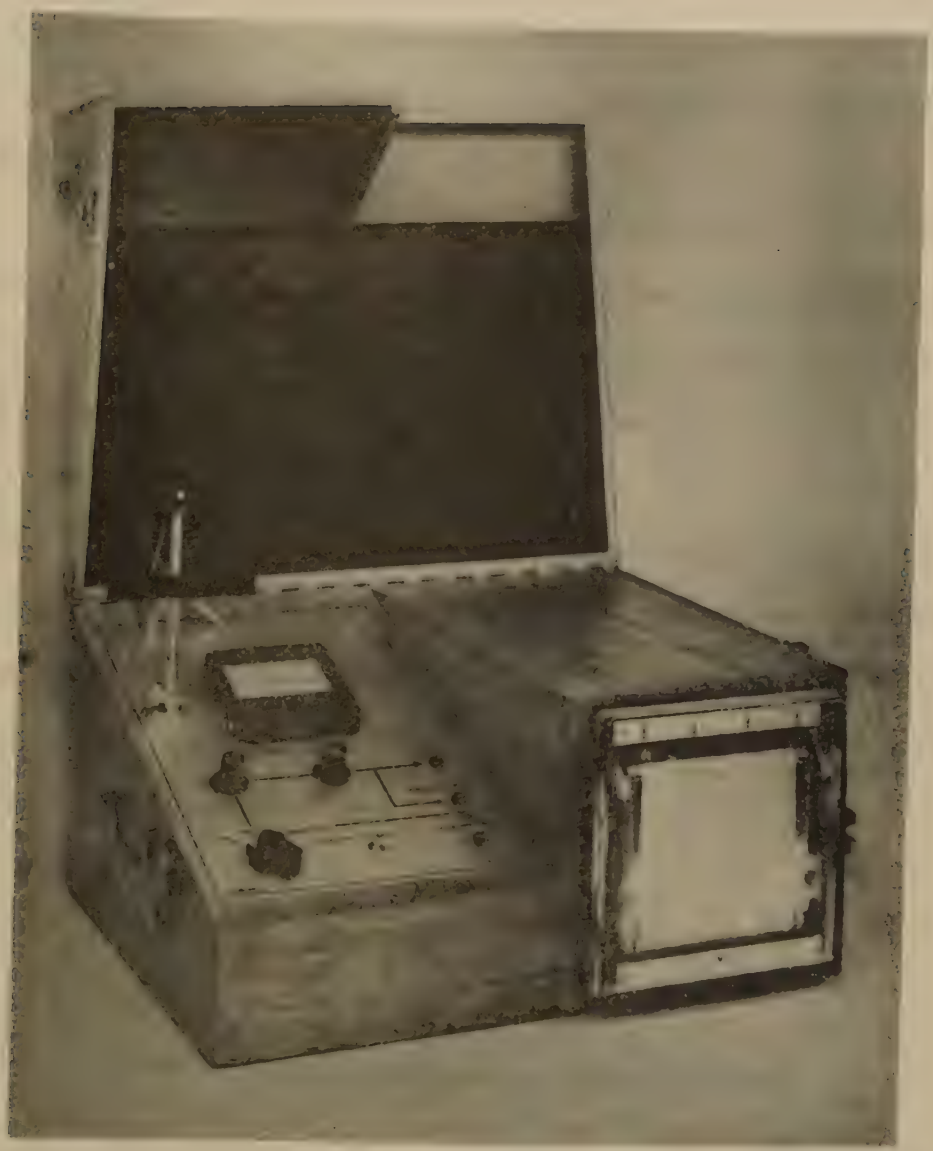


Fig. 26 : Appareil récepteur et enregistreur

2°) ETALONNAGE ET METHODE DE ZERO

Nous avons signalé au paragraphe précédent que la précision des mesures était indépendante en première approximation des instabilités à long terme de la fréquence du capteur. En effet, considérons un patient dans la prothèse duquel a été placé un émetteur.

Nous demandons à ce patient de fermer la bouche (l'écartement entre les bourrelets d'occlusion est alors égal à 0 millimètre) et de garder cette position pendant quelques instants ; à la fréquence f émise par le capteur correspond un signal V_s de sortie de l'amplificateur opérationnel (fig. 27) c'est-à-dire un courant i_s dans l'enregistreur E_n. On définit alors par l'utilisation d'une source de référence V_r et d'une résistance variable R_I un courant i_r de valeur égale à i_s et de signe opposé, de telle sorte que la différence de potentiel V_e aux bornes de l'enregistreur E_n soit égale à 0.

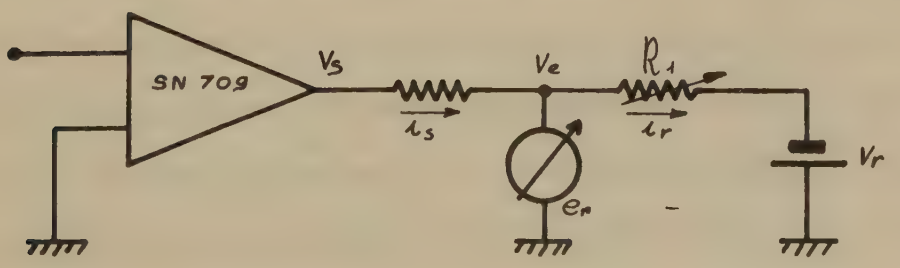


Fig. 27 : Etalonnage et méthode de zéro

Sans toucher à ce réglage, on place entre les prothèses du patient des cales directement étalonnées en mm., l'écartement maximum choisi étant par exemple de IO mm auquel correspond la déviation maximum de l'enregistrement E_n.

Les écarts obtenus entre la position O et la position IO mm nous permettent de choisir une des échelles de lecture représentées fig. 20.

Ces opérations d'étalonnage étant terminées, on demande au patient de prendre une position normale de repos. Ce n'est que pendant ce court laps de temps que les instabilités en f de l'émetteur pourraient tirer à conséquence. On peut cependant prévoir, par souci d'exactitude, un re-étalonnage du capteur après avoir enregistré la position de repos du patient.

L'examen des courbes de sensibilité pour des distances comprises entre O et IO mm nous montre que le degré de précision n'est pas le même suivant que l'écartement est faible (2 à 3 mm) ou important (IO mm) (fig. 28 et 29).

Un premier enregistrement ayant été obtenu, on peut, si l'on désire augmenter la sensibilité de l'appareil autour de la position d'équilibre, régler par la méthode de zéro la sensibilité de l'enregistreur autour de la distance précédemment obtenue. C'est ainsi que, par exemple, si l'écartement des cires a été précédemment de 5 mm environ, on place entre les prothèses du patient une cale de 4 mm sur laquelle sera refaite la méthode de zéro permettant ainsi d'apprécier plus finement les écarts autour de la

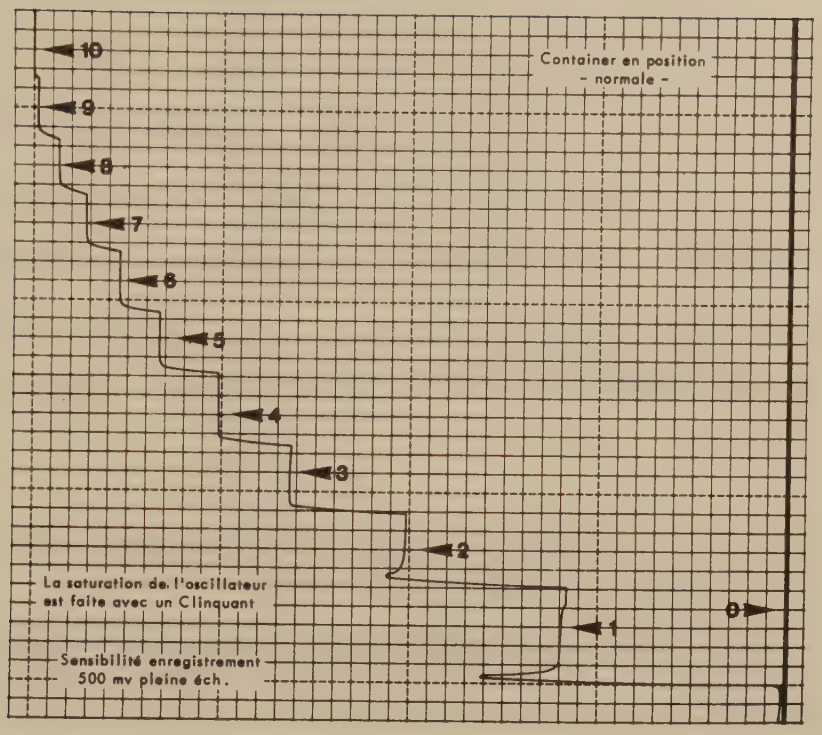

Container en position
- normale -
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
La saturation de l'oscillateur
est faite avec un Clinquant
Sensibilité enregistrement
500 mv pleine éch.

Fig. 28

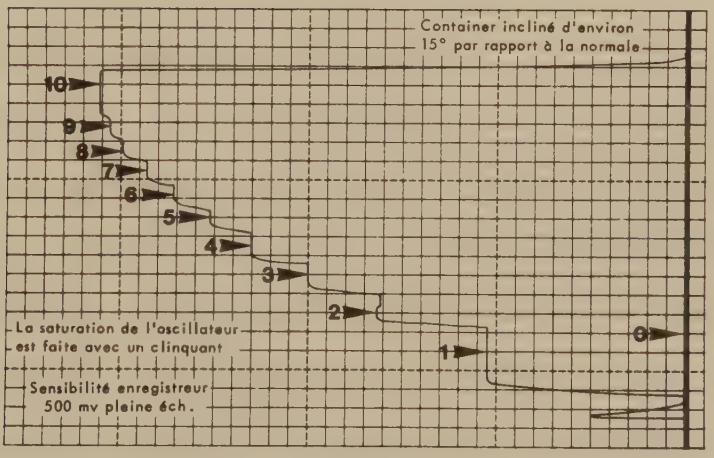

Container incliné d'environ
15° par rapport à la normale
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
La saturation de l'oscillateur
est faite avec un clinquant
Sensibilité enregistreur
500 mv pleine éch.

Fig. 29

position de repos normale.

Signalons enfin que, pour un écartement des cires de I cm, la variation de fréquence de microémetteurs est égale à 500 KHz (de 2 à 2,5 MHz) et que le signal traduit par le récepteur pour ce même écart de fréquence est sensiblement égal à 500 mV.

IV - AMELIORATIONS FUTURES EN COURS D'ETUDE

Les capteurs utilisés présentent un certain nombre d'inconvénients à caractère surtout dimensionnel pour lesquels nous avons envisagé quelques solutions comme, par exemple, la réalisation en technologie hybride d'un capteur dont l'étude est en cours. Disons que dans cette voie, nous nous efforçons aussi, en perfectionnant le circuit, de réduire l'encombrement.

Les figures 30 et 3I représentent le circuit imprimé correspondant à ce nouveau type de capteur.

On pourra envisager également pour les patients ayant une édentation partielle intercalaire de séparer le bloc d'alimentation du circuit électronique, les deux éléments étant reliés par des fils inclus dans l'épaisseur de la prothèse.

Après le circuit hybride, un nouveau progrès sera fait par l'intégration complète de l'oscillateur, intégration qui peut

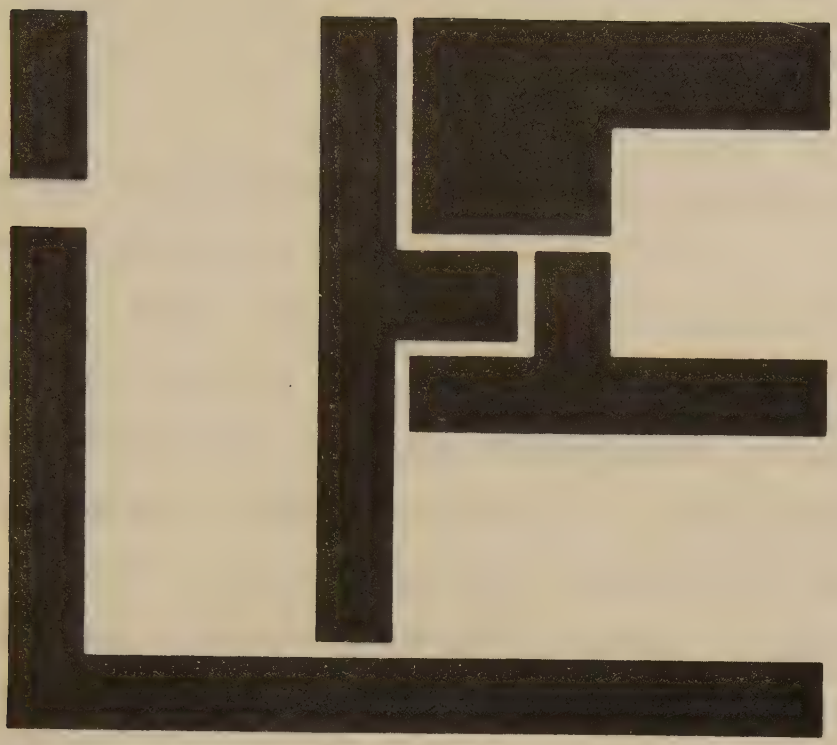


Fig. 30

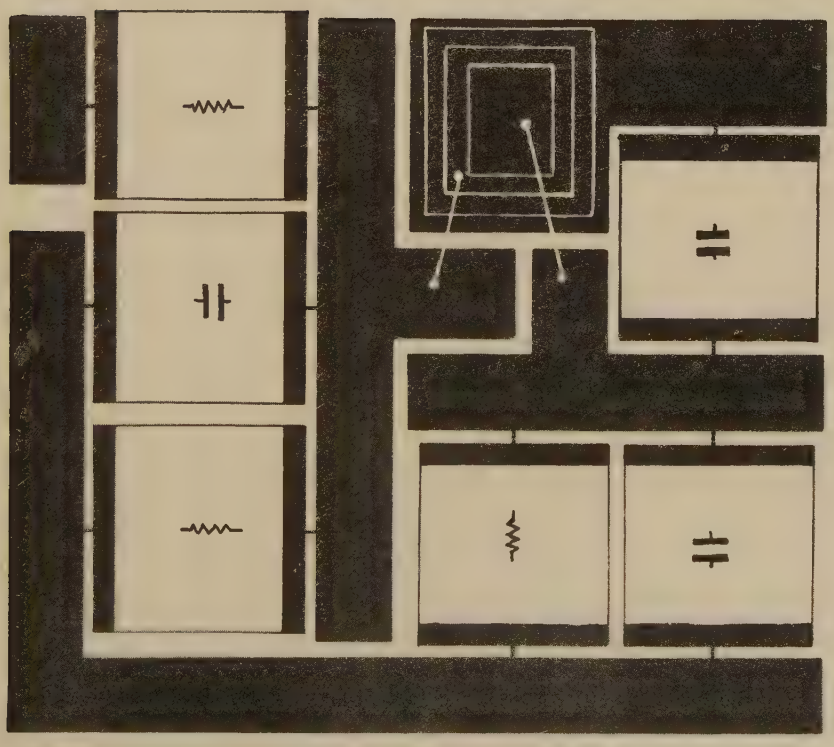


Fig. 31

procurer un gain dimensionnel considérable (ensemble électronique plus petit qu'un cachou par exemple).

Mais il paraît impossible, pour l'instant du moins, de réduire encore le volume des piles ; aussi avons-nous pensé à une autre solution permettant de les éliminer complètement par l'utilisation d'un émetteur extérieur à la bouche fonctionnant à la fréquence f_2 destiné uniquement à transmettre par onde électromagnétique la puissance nécessaire au capteur. Le circuit électronique proprement dit travaillant à la fréquence de mesure f_I devra être tout particulièrement étudié du point de vue consommation.

CHAPITRE III

EXPERIMENTATION

I - Schéma chronologique de la détermination de la position de repos chez un de nos patients.

II - Remarques à propos de quelques incidents ou anomalies.

III - Résultats et possibilités d'utilisation.

CHAPITRE III

EXPERIMENTATION

L'expérimentation de cet appareillage a été faite par nous sur 25 patients. Evidemment avec ce petit nombre de cas très insuffisant encore, nous n'avons pas la prétention de vouloir établir des statistiques. Il ne nous est pas possible non plus dans cet ouvrage, ce serait fastidieux, de donner le compte-rendu complet de nos 25 observations ; mais nous pouvons par contre faire la relation schématique d'une expérimentation type. Cela nous permettra de codifier la conduite à tenir pour pratiquer cette mesure dans de bonnes conditions. Nous essayerons ensuite de dégager quelques idées générales.

I - SCHEMA CHRONOLOGIQUE DE LA DETERMINATION DE LA POSITION DE REPOS CHEZ UN DE NOS PATIENTS

I°) Préparation des maquettes d'occlusion

Disons d'emblée qu'il importe d'utiliser de bonnes maquettes d'occlusion montées sur plaque base rigide en stent's ou mieux en résine autopolymérisable. Ces bases doivent permettre le libre jeu de tous les muscles de la bouche (on peut les établir en fonction des tests de Herbst), mais avoir aussi une contention et une adhésion parfaite ; elles doivent être tout-à-fait solidaires des crêtes maxillaires et mandibulaires. On aura donc intérêt, en les confectionnant,

de ne pas négliger le joint périphérique. Si celui-ci n'est pas parfait, on pourra au moment de l'expérimentation enduire l'intrados des plaques de gomme adragante.

Les bourrelets seront faits de cire rose malléable à chaud mais ayant, à la température buccale, une certaine dureté.

Préalablement à toute expérimentation, ces maquettes seront placées en bouche pour déterminer rapidement (avec une des méthodes cliniques citées dans le Ier chapitre) et très approximativement la hauteur d'occlusion. Les bourrelets de cire seront ensuite diminués de 5 à 10 mm pour que l'on soit certain d'être au-dessous de la hauteur de repos. Cette diminution se fera en fonction du plan d'occlusion du patient et l'on s'assurera, lorsque celui-ci ferme la bouche, que les bourrelets de cire viennent bien au contact l'un de l'autre.

2°) Il s'agit maintenant d'insérer l'émetteur dans un des deux bourrelets de cire (haut ou bas) le plus près possible de la région incisive. En raison de la courbe de l'arcade et de la forme géométrique du container, celui-ci sera en général logé dans une région correspondant aux prémolaires et à la dent de 6 ans. Cette mise en place est facile. Après avoir avec une spatule chaude ramolli la cire, on enfonce dans celle-ci l'appareil en ayant soin de le laisser affleurer la surface (il est à ce moment encore ouvert et ne contient que deux piles sur les trois nécessaires au fonctionnement).
En regard de l'émetteur, sur le bourrelet antagoniste, on pose, après

l'avoir légèrement chauffée, une plaque de clinquant ayant la même force que l'émetteur ou mieux étant un peu plus grande (*).

3°) Le container a été mis ouvert dans la cire, il nous reste maintenant à insérer la 3ème pile centrale. Celle-ci joue le rôle d'interrupteur, sa mise en place établit le contact et déclenche le fonctionnement de l'émetteur (Il est nécessaire, à partir de ce moment, de regarder l'heure et de comptabliser le temps de fonctionnement des piles car si leur durée théorique est de 10 heures, dans la pratique elles commencent après 3 heures d'utilisation à ne plus débiter régulièrement). On peut alors mettre en place le couvercle du container que l'on recouvre, d'un coup de spatule, d'une très mince pellicule de cire pour assurer la protection contre la salive.

4°) Mise en bouche des maquettes d'occlusion. Ceci ne présente aucune difficulté et ne réserve aucune surprise puisque tout a été préparé soigneusement au préalable.

(*) *Il n'est pas indispensable que la plaque de clinquant soit plus grande que l'émetteur si le patient mord de façon orthodoxe, mais cela serait utile si les crêtes n'étaient pas tout-à-fait en face l'une de l'autre ou si le patient mordait en protrusion ou en latéro-déviation.*

5°) La partie active de l'expérimentation va pouvoir commencer. Pour la clarté de l'exposé, nous distinguerons les phases suivantes :

- Amener le cadre de réception près de la joue du patient (environ 20 cm) grâce au bras télescopique à rotule qui le supporte. Pour que ce cadre soit au maximum traversé par les lignes de force du champ magnétique de l'émetteur on l'oriente pour qu'il soit approximativement parallèle au plan d'occlusion. Cette orientation permet de capter les signaux émis avec le maximum d'intensité, mais il n'est pas indispensable qu'elle soit rigoureuse.

- Dès que le commutateur est mis en position "Marche" le galvanomètre dévie à droite ou à gauche indiquant que les signaux sont reçus avec une intensité suffisante. Il est recommandé, à ce stade, de ne pas mettre l'enregistreur en marche sans avoir fait un premier réglage (gros) avec le bouton situé en haut à gauche du pupitre de commande. Sans celà en effet, le bras d'équipage portant la plume d'enregistrement peut être déporté brutalement à droite ou à gauche, ce qui risque de l'endommager.

- Après ce premier réglage, l'enregistreur est mis en marche, le stylet inscripteur se trouvant en un endroit quelconque de la bande de papier qui commence à se dérouler avec une vitesse uniforme.

- On demande à ce moment au patient de fermer la bouche, en vérifiant que les bourrelets d'occlusion sont au contact (au moins dans la région incisive), et on amène alors, avec le bouton de réglage fin,

la plume près du bord droit de la bande d'enregistrement. On considère que cette position correspond à un écartement de 0 millimètre des maquettes d'occlusion. (* et **)

- On prie ensuite le sujet d'ouvrir la bouche et l'on met dans la région incisive, entre les arcades, une cale de 1 cm d'épaisseur. Si le capteur a été correctement monté (c'est-à-dire s'il vient normalement au contact du clinquant lorsque la distance inter-incisive est nulle), la plume de l'enregistreur vient se placer près du bord gauche de la bande passante.

Cependant, comme nous l'avons déjà dit, les variations de distance des maquettes n'étant pas exactement proportionnelles aux variations de fréquence de l'émetteur, on a intérêt à parfaire l'étalonnage. Grâce au jeu de cales calibrées, on diminue millimètre

---

(*) *L'émetteur et le clinquant peuvent ne pas être tout-à-fait au contact puisque l'étalonnage, par le système d'opposition, permet de faire abstraction de cette petite erreur. Il ne faut pas cependant que celle-ci soit trop importante (supérieure à 2 ou 3 mm) car la mesure y perdrait en précision.*

(**) *L'écartement de 0 millimètre des maquettes d'occlusion ne correspond pas au zéro électrique. C'est même le point où l'on reçoit le signal avec le maximum d'intensité.*

par millimètre l'ouverture de la bouche jusqu'à réobtenir la fermeture complète. Si on le préfère, cet étalonnage (*) peut se faire en fin d'expérience (fig. N° 32) ou si on est très précis au début et à la fin.

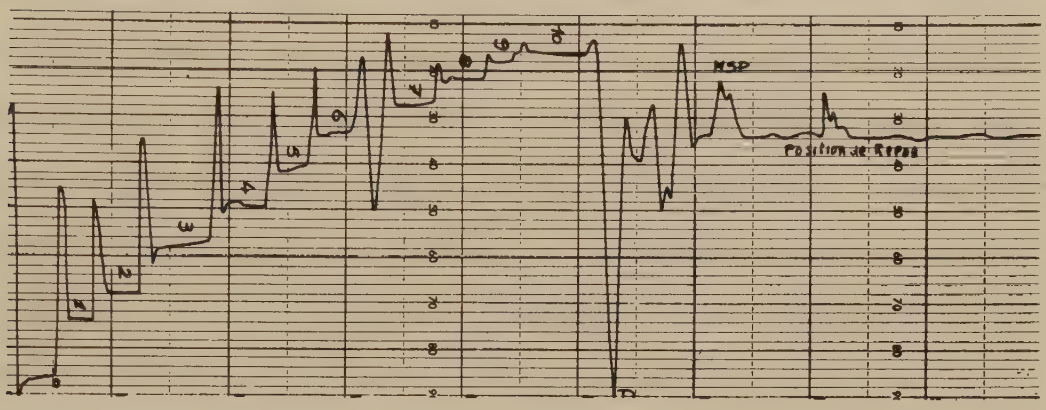


Fig. 32 : Etalonnage et début du repos

(*) *La vue de cet étalonnage (de même que l'expérimentation au laboratoire) nous rappelle que la précision de l'enregistrement est plus grande pour un faible écartement des maquettes (de 0 à 5 mm) que pour un écartement élevé (de 5 à 10 mm). Cependant cette précision n'est jamais inférieure à 1/2 mm, ce qui, à notre avis, est suffisant pour que l'on n'ait pas besoin, par la méthode d'opposition, de diaphragmer sur une plus petite plage de variations de la position de repos. Malgré tout dans ce but, si on le désire, on peut mettre entre les maquettes une cale de 5 mm et arbitrairement fixer un nouveau zéro pour la lecture.*

- Ceci étant fait, on demande au patient de se mettre au repos ou mieux on le laisse libre de faire ce qu'il veut, sans plus s'occuper de lui, l'opérateur sortant même de son champ de vision. Après une période variable (de 1 à 4 minutes suivant les sujets que nous avons examinés) au cours de laquelle on observe : occlusion, baillement, déglutition et des mouvements divers sans signification particulière (fig. N° 33), on peut voir le stylet enregistreur tracer une ligne à peu près continue, qui peut, chez un sujet calme, ne pas s'interrompre pendant plusieurs minutes, ou au contraire, chez un nerveux ou un anxieux, être fréquemment entrecoupée par des mouvements divers ou par des périodes d'occlusion parfois longues (2 à 3 minutes).

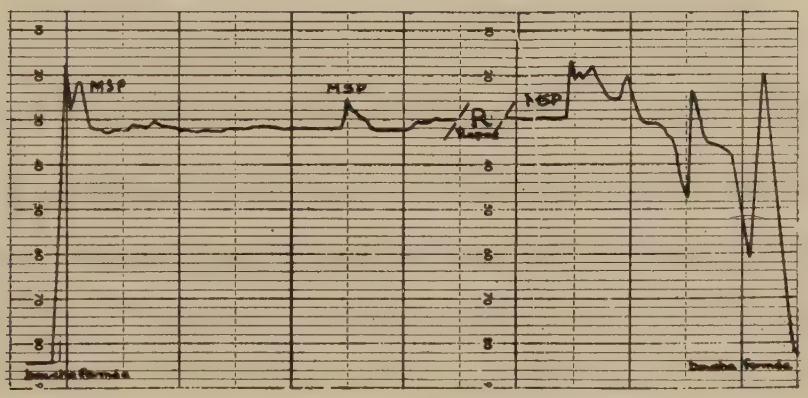
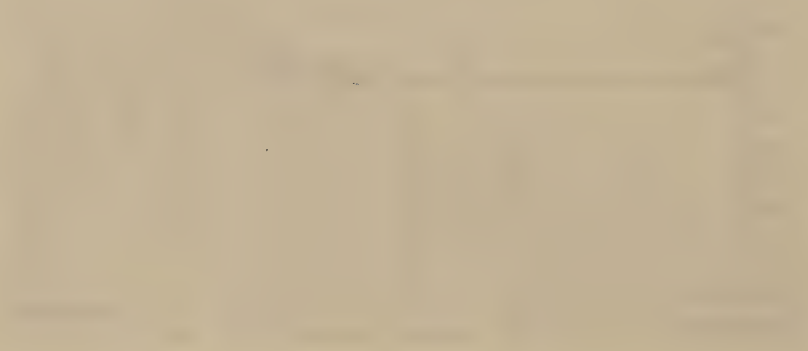


Fig. 33 : La figure ci-dessus est le résultat d'un montage photographique. En effet, la position de repos se prolongeant trop longtemps (plusieurs minutes), pour que l'enregistrement soit logeable dans le texte, nous avons été obligé d'exclure de la bande originale une portion de 45 cm et de raccorder les extrémités au point marqué /R/.

MSP : prononciation du mot "Mississipi" à voix forte et à voix basse.



Quoiqu'il en soit, il est impossible, en examinant le tracé d'un enregistrement d'un quart d'heure de ne pas retrouver cette ligne continue de repos pendant des périodes de quelques secondes ou de quelques minutes même chez les sujets les plus nerveux. Elle se situe, ou se resitue, toujours au même endroit, à 1/2 mm près.(fig. N°34)

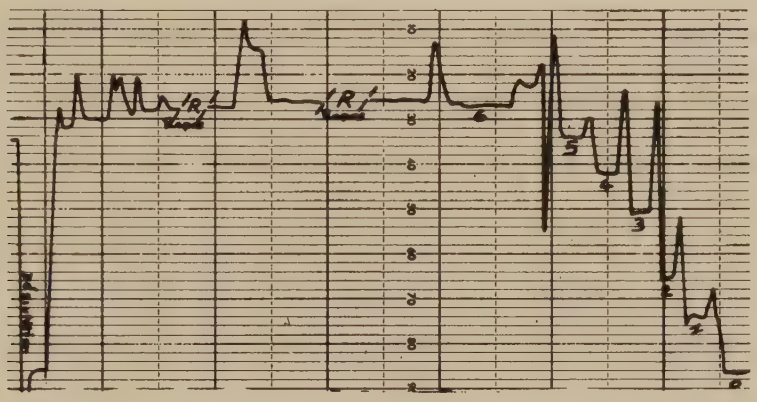


Fig. 34 : Même montage photographique que sur la précédente figure.

Si l'on n'avait pas la patience d'attendre son apparition spontanée, on pourrait demander au patient de prononcer "Mississipi". En général (8 cas sur 10), l'émission de ces phonèmes est suivie du repos (fig. N° 33).

Mais contrairement à l'opinion généralement admise jusqu'ici il est à remarquer que la distance inter-arcades lors de la prononciation de ce mot est indiscutablement différente de celle de la position de repos ; elle lui est toujours supérieure de 1,5 mm à 2 mm. La présence de cette différence en plus, variable suivant les sujets et même suivant le moment, a été vérifiée dans tous les cas.

LA DUREE MOYENNE DE L'EXPERIENCE

Si on a à faire à un sujet calme, 4 à 5 minutes d'enregistrement sont suffisantes pour déterminer exactement la position de repos ; si au contraire on est en présence d'un nerveux, il faut lui laisser le temps de perdre son inquiétude, de se décontracter. De plus, les périodes de repos risquent d'être courtes, il faudra alors en rechercher plusieurs dans le tracé pour être certains de ne pas se tromper. Par ailleurs un enregistrement trop long par l'immobilité et la station assise qu'il impose au patient, risque de le mettre dans de mauvaises conditions psychologiques et de ne pas le rendre coopérent. La durée optimum à notre avis est de 10 à 15 minutes.

En ce qui concerne le fonctionnement des piles, il faut ajouter, à partir du moment où on a inséré la 3ème pile qui établit le contact, un temps de préparation et de réglage de 5 minutes. Ce qui fait fonctionner l'émetteur pendant 20 minutes environ. On peut donc avec le même jeu de piles faire huit à dix expérimentations. Au-delà de ce nombre, il faudra les changer. (*)

(*) *Nous pensons qu'il est inutile de préciser que lors de ce remplacement ou lors de l'insertion de la troisième pile dans le container, il faut employer des précelles fines pour les saisir par leur périphérie et non par leur base, pour éviter de les mettre en court circuit.*

II - REMARQUES A PROPOS DE QUELQUES INCIDENTS OU ANOMALIES

I°) Au moment de l'étalonnage, lorsqu'on demande au patient de fermer la bouche, il faut veiller à ce qu'il le fasse correctement et toujours dans la même position. En effet une occlusion en propulsion ou une occlusion latérale risquent d'empêcher le container et la plaque de clinquant de venir exactement en contact. On aurait à ce moment deux positions de zéro correspondant à la fermeture de la bouche (fig. N° 35)

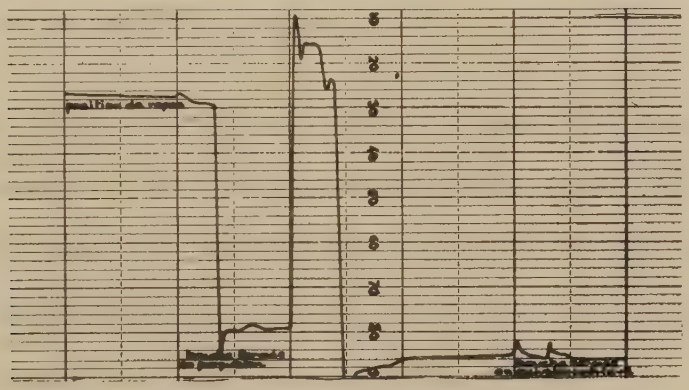


Fig. 35 : Nous avons ici deux zéro correspondant, l'un à la fermeture de la bouche en occlusion centrique, l'autre à la fermeture en propulsion.

Pour éviter celà, on aura intérêt à fixer un repère sur la cire des bourrelets lors de l'occlusion et lors de l'utilisation des cales d'étalonnage pour être certain que la fermeture se fait toujours dans la même position. Nous pensons d'ailleurs qu'il est possible et souhaitable de repérer électroniquement la position de la mandibule dans

les trois sens de l'espace. Mais ceci fera l'objet d'un travail lorsque nous aurons poussé davantage la miniaturisation.

2°) Il nous est arrivé deux fois au cours d'enregistrement de voir apparaître, sur la bande de papier, un glissement continu de la ligne de repos. Ce glissement correspondait d'ailleurs à un déplacement analogue de la position d'occlusion. Dans les deux cas, ce phénomène, dû à l'usure des piles, a disparu après leur remplacement. D'où l'intérêt d'un double étalonnage en début et en fin d'expérimentation surtout si les piles ne sont pas neuves.

3°) Lorsque le patient effectue des mouvements de déglutition, le stylet inscripteur dépasse régulièrement la position zéro de l'occlusion (fig. N° 34). Ceci est dû à l'inertie du bras d'équipage portant la plume. Ce dépassement est plus ou moins important suivant que le mouvement de déglutition est plus ou moins rapide.

4°) Cette méthode d'enregistrement graphique nous a révélé chez des patients certains tics ou habitudes qui étaient passés complètement inaperçus jusque là. Ainsi nous avons eu la surprise de voir chez l'un d'eux une ligne de repos crénelée suivant le rythme respiratoire. (fig. N° 36)

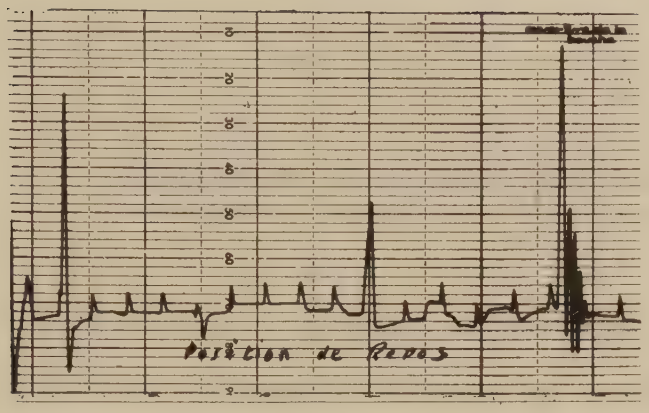


Fig. 36 : Position de repos modifiée suivant le rythme respiratoire.

Chez le même patient on observait le même tic en position d'occlusion (fig. N° 37). Il ne s'était d'ailleurs jamais lui-même rendu compte qu'il ouvrait très légèrement la bouche à chaque inspiration.

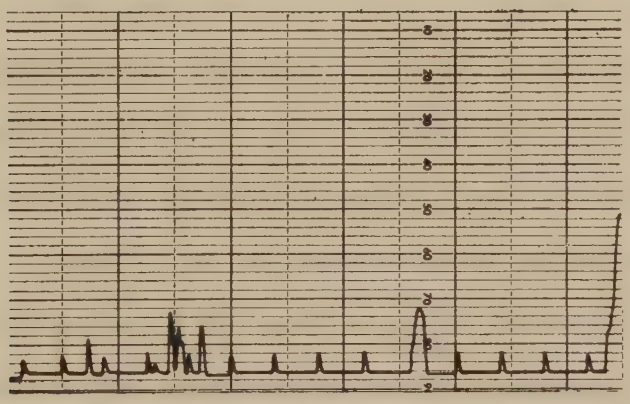


Fig. 37 : Position d'occlusion modifiée selon le rythme respiratoire chez le même patient.

III - RESULTATS ET POSSIBILITES D'UTILISATION

Nous avons pu nous assurer, par comparaison pour chaque client avec plusieurs méthodes cliniques, que cet appareillage donnait des résultats valables et très constants ; alors qu'il n'en est pas de même avec les méthodes cliniques prises séparément. Celles-ci,répétons-le, ne peuvent être utilisées valablement que en groupe pour se contrôler et se vérifier mutuellement ; mais nous nous sommes suffisamment étendu sur ce sujet dans le premier chapitre, nous n'y reviendrons pas.

Le temps nécessaire à notre expérimentation (20 minutes au maximum, mais souvent beaucoup moins) ne paraît pas être un obstacle. Il n'est guère supérieur à celui demandé par la clinique seule.

Nous avons également contrôlé notre méthode par l'électromyographie : le début de la ligne de repos coïncide avec le début du relachement musculaire du masséter et du temporal. Malheureusement il nous est impossible de présenter les deux enregistrements ensembles, étant donné que les références "temps" ne correspondent pas, les vitesses de déroulement des deux enregistreurs étant par trop dissemblables.

L'usage de cet appareil nous a fait envisager de modifier le container (en supprimant les angles et en lui donnant une forme légèrement incurvée pour le placer plus aisément sur l'arcade). Nous avons même pensé à utiliser deux containers plus petits, l'un renfermant le

système électronique, l'autre les piles. Un fil noyé dans l'épaisseur de la prothèse les aurait reliés. Leur logement en eut été facilité, mais la manipulation aurait perdu de sa simplicité.

Nous avons aussi désiré pouvoir localiser la position de la mandibule au repos dans les trois axes de l'espace. Ceci,à notre avis, sera possible grâce à un système de 4 bobines dont une émétrice et trois réceptrices.Les trois microbobines de réception étant accordées seront orientées perpendiculairement entre elles dans les trois plans de l'espace. Elles doivent recevoir chacune une information directement influencée par leur position par rapport à la bobine d'émission. Si on admet que cette dernière est placée sur une arcade et que la réception se fait sur l'autre, une de nos trois bobines réceptrices recevra en permanence le signal distance tandis que les deux autres, étant situées au centre du flux mais étant parallèles aux lignes de force, ne recevront rien.... sauf si le patient avance ou recule la mâchoire ou la dévie latéralement. Ces variations, après un traitement correct, seront transmises par le micro-émetteur puis reçues sur un récepteur unique qui, après analyse, permettra un enregistrement direct des déplacements, suivant les trois axes.

Cependant nous n'avons pas apporté à l'appareillage présenté ici toutes ces améliorations, bien sûr utiles, car il est dans notre intention, comme nous l'avons dit dans le chapitre II, d'atteindre une miniaturisation plus poussée qui nous oblige à une autre technologie, mais permettra aussi de faire disparaître beaucoup de nos problèmes

actuels en ce qui concerne la facilité de logement en bouche.

Malgré tout, tel qu'il est, cet appareillage peut être utilisé bien sûr chez tous les édentés complets mais aussi chez quelques édentés partiels n'ayant pas de calage dentaire et chez qui la brèche d'édentation est assez grande pour loger l'émetteur en un endroit quelconque d'une arcade. Le clinquant évidemment est beaucoup plus facile à placer. Précisons que, parmi les 25 patients par nous examinés, 3 avaient une édentation seulement partielle.

CONCLUSION

Au-delà de ces résultats, de ces critiques, de ces projets, de ces espoirs, nous avons la conviction profonde que la Radiotélémétrie peut rendre à la recherche en Odontostomatologie d'immenses services. Car il ne nous paraît pas du tout déraisonnable de l'utiliser dans l'étude physiologique des pressions intra-buccales développées au niveau des dents pendant la mastication, ou exercées par des groupes de muscles sur les maxillaires ou les arcades dentaires. Elle trouverait ainsi de nombreuses applications en prothèse ou en orthopédie dento-faciale. On peut aussi envisager de l'utiliser en parodontologie pour apprécier exactement la mobilité de certaines dents ou mesurer leur déplacement pendant la phonation ou la mastication. Les modifications du pH salivaire pourraient aussi être étudiées en permanence au cours de la journée, tout en laissant au patient la possibilité de se livrer à ses activités physiologiques normales.

Aussi cette première collaboration entre l'Odontostomatologie et l'Electronique ne nous donne pas l'impression d'avoir terminé une tâche, mais au contraire nous donne la certitude que s'ouvrent de nombreuses voies et que de fructueuses recherches peuvent commencer sous le signe de cette association synergique.

B I B L I O G R A P H I E

---ooOoo---

I ACKERMANN

Le mécanisme des mâchoires
Masson & C° - Ed. Paris 1953

2 AHLGREN

Mechanism of mastication. A quantitative cinematographic and electromyographic study of masticory movement in children, with special reference to occlusion of the teeth.

Acta odont. Scandin. N° 24 suppl. 44 1966
Amer. J. Orthod. p. 225 Mars 1967

3 ATWOOD

A critique of research of the rest position of the mandible.
J. of Prosth. Dent. p. 848-851 Sept.-Oct. 1966

4 ATWOOD

A critique of reseach of the posterior limit of the mandible position.
J. of Prosth. Dent. Juillet 1968

5 AUBERT

Le muscle strié dans "Physiologie" de Kayser (Ch.)
Tome II, p. 921-984 - Flammarion éditeurs - Paris 1963

6 BARIS, MOYERS

An electromyographic analysis of the temporal muscles and certain facial muscles in thumb and fingersucking patients.
J. Dent. Res. 536-553 N° 39 1960

7 P.J. BENETEAU

Amplificateurs à large bande à transistors
Thèse de Doctorat d'Université - Toulouse - le 19 Mars 1965
Collaboration Laboratoire de Génie Electrique - Société Générale Semiconduttori - Milan (Italie).

8 BOOS

Occlusion from rest position
J. Prosth. Dent. 575 - 588 N° 2 1952

9 BRENMAN, HATTLER

6 Myograms and occlusograms
Dental progress - 1963 - 3 - p. 253-261

10 CADENAT H.

Rapport sur la physiopathologie de l'occlusion
Congrès O.D.F. Milan - in orthodontie française - vol. 29
1958

11 CADENAT, JONIOT, LODTER, ROBEZ

L'Electromyographie et ses applications en stomatologie
Revue d'Odonto-stomatologie du Midi de la France N° I 1968

12 CADENAT, JONIOT, GABRIEL - ROBEZ, LODTER

Mesures des pressions musculaires en odonto-stomatologie
Revue d'odonto-stomatologie du Midi de la France N° 2 1968

13 CADENAT, LAGARRIGUE, SOULET

Dimension verticale de l'étage inférieur de la face.
Rapport XVIème Congrès de Stomatologie - p. 291-361
Masson & C° éd. 1959

14 CARLSSON, GUNNAR, ERICSON

Changes in face height in denture wearers.
Sverisk tandlak. Tskr N° 58 I - 13 Janvier 1965
Dental abstracts Mars 1965

15 E.J. CASSIGNOL

Théorie et pratique des circuits à semi-conducteurs - tome II
Electronique non linéaire - Dunod Edit.

16 E.J. CASSIGNOL

Théorie et pratique des circuits à semi-conducteurs
Librairie Technique Philips - Dunod Edit.

17 CAUHEPE, FIEUX et BOUVET

Déglutition et troubles d'occlusion
Revue de stomatologie N° 10 905-912 Octobre 1953

18 CAUHEPE

Etude expérimentale de la musculature et de la position des dents
Acta Stomatologica Belgica - 1960 - N° 4

19 CAUHEPE, FIEUX, BOUVET

Observation et mesure de l'équilibre musculaire linguo-labio-jugal.
Transeuropean Orthodontic Society 281-301- 1961

20 CAUHEPE, FIEUX, COUTAUD, BOUVET

Occlusion traumatique et équilibre musculaire.
Revue de stomatologie N° 3, 4, 5 Mars 1964

21 CLEAL, FREDERICK

Déglutition
Am. J. Orthodont. p. 566-594 Août 1965

22 COLMAN

Occlusal requirement for removable partial dentures.
J. of Prosth. Dent. p. 155-162 Février 1967

23 DECHAUME

Précis de stomatologie
Masson et C° - Edit. Paris 1966

24 DOMBRADY Ladislav

Investigation into the transcient instability of the rest position.
J. of Prosth. Dent. p. 479-490 Mai-Juin 1966

25 DORIER

Traitement prothétique de l'édentation totale
Encyclopédie médicochirurgicale 23 325 A 10 1966

26 FINNEGAN

Détermination of maxillo-mandibular force generated during deglutition.
J. of Prosth. Dent. p. 134-143 Février 1967

27 GARNICK, RAMFJORD

Rest position - An Electromyographic and clinical investigation.
J. Prosth. Dent. 895 - 911 N° 12 1962
Year book p. 485 1963-1964

28 GRAF, HANS, ZANDER

Tooth contact patterns in mastication.
J. of Prosth. Dent. p. 1055-1066 Nov-Déc. 1963

29 GRAIG, PEYTON

Measurements of strains in fixed bridges with electronics strain gauges.
J. of Dental res. Vol. 46 N° 3 Mai-Juin 1967

30 HODGE, MAHAN

A study of mandibular movement from centric occlusion to maximum intercuspation.
J. of Proth. Dent. p. 19-30 Juillet 1967

31 HOWLAND, BRODIE

Pressures exerced by the buccinator muscle.
Angle Orthodontist Janvier 1967

32 ISCH

Electromyographie
Editions Doin - Paris 1963

33 JACOBS

Effect of muscles tonus on mandibular rest position (Etude électromyographique)
J. of Canada Dent. Assn. p. 594-598 Octobre 1966

34 JACOBS

Effects of altered anterior occlusal relation ship on perioral muscular forces.
Angle Orthondontist 1967

35 JACOBS, BRODIE

The analysis of perioral muscular accommodation in young subjects with malocclusion.
Angle Orthodontist 1966

36 KAWAMURA, KATO, TAKATA

Jaw-closing muscles activities with the mandible in rest position. J. of Dent. Res. Décembre 1967

37 KRAJICEK, JONES, RADYMINSKI, ROSE, UNTI

Clinical and electromyographical study of mandibular rest position.
J. of Prosth. Dent. 1961 - II - p. 826-830

38 KYDD, HARROLD, SMITH

A technique for continuously monitoring the interocclusal distance.
J. of Prosth. Dent. Octobre 1967

39 J. LAGASSE

Etude des circuits électriques - tome II - 301 pages
Edition Eyrolles 1963

40 J. LAGASSE, G. GIRALT, R. PRAJOUX

Comportement en fonction du temps des transistors au silicium à structure plane fonctionnant à faible niveau.
C.R. Acad. des Sciences - Paris - t. 259 - p. 3197-3200 - groupe 5

41 J. LAGASSE, R. LACOSTE, G. GIRALT

Fréquencemètre de haute précision pouvant fonctionner en discriminateur de fréquence.
Revue Mesures et Contrôle Industriel N° 269 - Octobre 1959 p. 779

42 J. LAGASSE, R. LACOSTE, G. GIRALT

Dispositif discriminateur de fréquence et fréquencemètre de haute précision à déviation linéaire.
Brevet CNRS N° I.I85.2IO

43 LEAR, FLANAGAN, MOORREES

How often does a person swallow ?
Arch. Oral. Biol. p. 83-99 Janvier-Février 1965

44 LEE, ROBERT, LOGAN

Electromyographic investigation of the occlusal position.
Northwestern University Bulletin 1962
Year Book p. 213 1962-1963

45 LIDDELOW

Oral muscular behairor
Dental practitionner (London) Novembre 1964

46 LOOS (Vienne Autriche)

Simple test of masticatory function
Internation. Dent. J. p. 615-616 Décembre 1963

47 MICHMAN, LANGER

Clinical and Electromyographic observating during adjustement of complet denture.
J. of Prosth. Dent. - 19 - 1968 p. 252-262

48 MOLLER

The chewing apparatus
Acta physiologica Scandinavia vol. 69 - supp. 280 - 1966

49 NEGRI, GROCE (Italie)

Influence de la langue sur le développement des arcades dentaires.
Ann. Stoma. Roma p. 791-799 Octobre 1964
Dental Abstract Juin 1965

50 PICTON

Normal tooth mobility during mastication
Arch. Oral Biol. N° 9 p. 565-573 Sept.Oct. 1964

51 POWELL, ZANDER

Fréquency of tooth contact during sleep.
J. Dent. Research N° 44 p. 713-717 Juillet-Août 1967

52 R. PRAJOUX

Etude des composants semi-conducteurs utilisables comme source de référence ou détecteurs d'écart - préamplificateurs à faible niveau.
Thèse de Docteur-Ingénieur - Toulouse - le 5 Avril 1965

53 PROFITT, KYDD

Intra oral pressure in young adults.
J. of Dent. Research N° 43 p.555-562 Juillet-Août 1964

54 RINALDI, PHILLIP

Tongue force and fatigue in adults
J. of Proth. Dent. p. 857-865 Septembre-Octobre 1963

55 ROBERTS

A comparaison of the rest vertical dimension of the face as determined clinically and electromyographically.
Northwestern University Bull. 41-44 - 60 1960

56 SAIZAR

Une technique pour enregistrer l'occlusion chez les édentés complets.
Revue française d'odonto-stomatologie 829,851 N° 3 Septembre 1956

57 SAIZAR

Traitement de l'édentation totale. Eléments pratiques.
Julien Prélat Ed. Paris 1964

58 SCHARER, STALLARD

The use of multiple radio transmitters in studies of tooth contact patterns.
Periodontics vol. 3 N° I p. 5-9 Janv. Févr. 1965

59 SCOTT, ASH

A six channal intra oral transmitter for measuring occlusal forces.
J. of Prosth. Dent. Janvier. Février 1966

60 SETZ

Em Bertrag zum problem der richtigen Bisshöne bei totalprothesen.
Stoma Heidelberg p. 202-207 Nov. 1966
Dental abstracts : vertical dimension Mai 1967

61 SKINNER

Physiology of the occlusal coordination of natural teeth, complete dentures and partial dentures.
J. of Prosth. Dent. p. 559-569 Juin 1967

62 TALBERT, BOGDONFF

Radiotélémétrie des grandeurs physiologiques chez l'homme.
J. of Duke University Medical Center - Durham - California 1965

63 TALLGREN, ANTJE (Danemark)

Electromyographic study of certain facial and jaw-muscles in long term complete denture wearers.
Odont. Tskr. N° 71 p. 425 - 444 Novembre 1963

64 THOMPSON

The rest position of the mandible and its significance to dental science
J. Amer Dent. Ass. 33 - 151-180 Février 1946

65 THOMPSON

Concept regarding function of the stomatognathic system.
J. Amer. Dent. Ass. 48 - 626-637 Juin 1954

66 THOMPSON, BRODIE

Factors of the position of the mandible
J. Amer. Dent. Ass. 29 - 925 Juin 1942

67 TULLEY

Adverse muscle forces. Their diagnostic significance.
Amer. J. of Orthodont. 42, N° II, 801-814 Novembre 1956

68 WOLFF

Les "radiopilules" - Leur développement et leurs applications.
Documents Geigy : L Electronique en Médecine 1965

69 YURKSTAS, ALBERT

The masticory act.
J. of Prosth. Dent. p. 248-260 Mars-Avril 1965

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION 13

CHAPITRE I : POSITION DE REPOS MANDIBULAIRE 19

I - RAPPEL ANATOMO-PHYSIOLOGIQUE 23

1°) Les muscles et leur action 24

2°) L'espace libre physiologique 26

3°) Régulation et variation de l'équilibre neuro-musculaire 28

II - METHODES CLASSIQUES PERMETTANT DE DETERMINER LA POSITION DE REPOS 33

1°) Document pré-extractionnels 33

2°) Critères universels moyens ou données morphologiques 35

3°) Appréciation esthétique 37

4°) Méthode faisant appel à la fonction musculaire qui demeure même en l'absence des dents 38

5°) Méthode de SOULET 41

6°) Méthode phonétique 42

7°) Par la force d'occlusion 43

8°) Radiographies et téléradiographies 44

9°) Electromyographie 47

10°) Méthode optique 50

III - CRITIQUES DE CES DIFFERENTES METHODES..... 52

CHAPITRE II : RADIO-TELEMETRIE..... 58

I - PRINCIPE UTILISE..... 60

II - TECHNOLOGIE..... 61

I°) L'émetteur..... 61

2°) Le récepteur..... 68

III - PRESENTATION EXTERIEURE DE L'APPAREIL RECEPTEUR ET ENREGISTREUR..... 72

IV - AMELIORATIONS FUTURES EN COURS D'ETUDE..... 78

CHAPITRE III : EXPERIMENTATION..... 82

I - SCHEMA CHRONOLOGIQUE DE LA DETERMINATION DE LA POSITION DE REPOS CHEZ UN DE NOS PATIENTS..... 82

II - REMARQUES A PROPOS DE QUELQUES INCIDENTS OU ANOMALIES..... 91

III - RESULTATS ET POSSIBILITES D'UTILISATION..... 94

CONCLUSION..... 97

BIBLIOGRAPHIE..... 98

Vu, le Président du Jury

H. CADENAT

Vu et permis d'imprimer

Toulouse, le 4 mars 1970

Le Doyen,

Président du Conseil Transitoire de Gestion

G. LAZORTHES